

Unidad 3

Poblaciones e interacciones interespecíficas

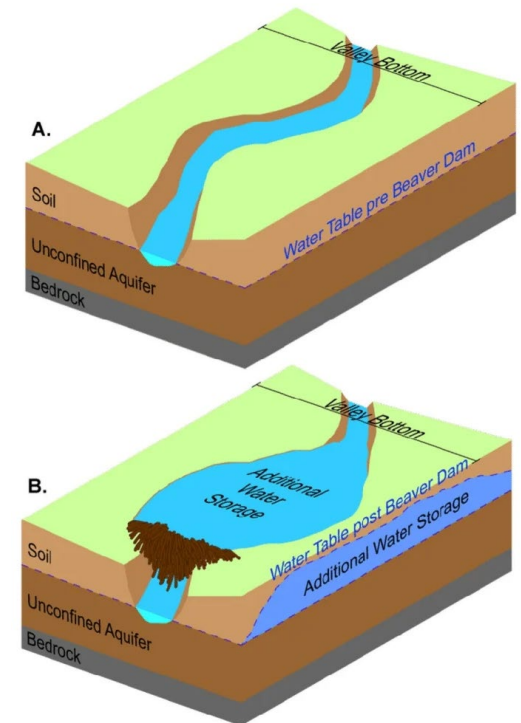
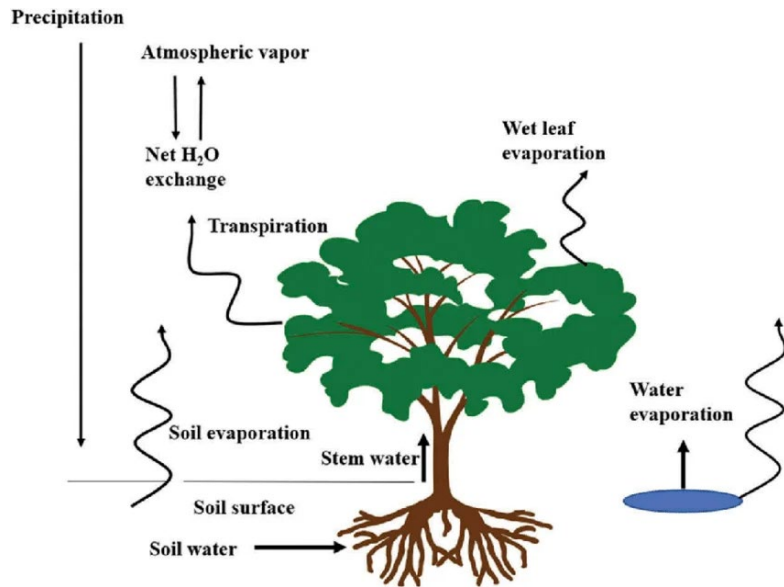
Tema 12

Competencia interespecífica

La actividad de los organismos cambia el ambiente en el cual viven

Alteración de condiciones

- Evapotranspiración (liberación de agua al ambiente) de la vegetación refresca la atmosfera
- Represas construidas por los castores cambia humedad ambiental



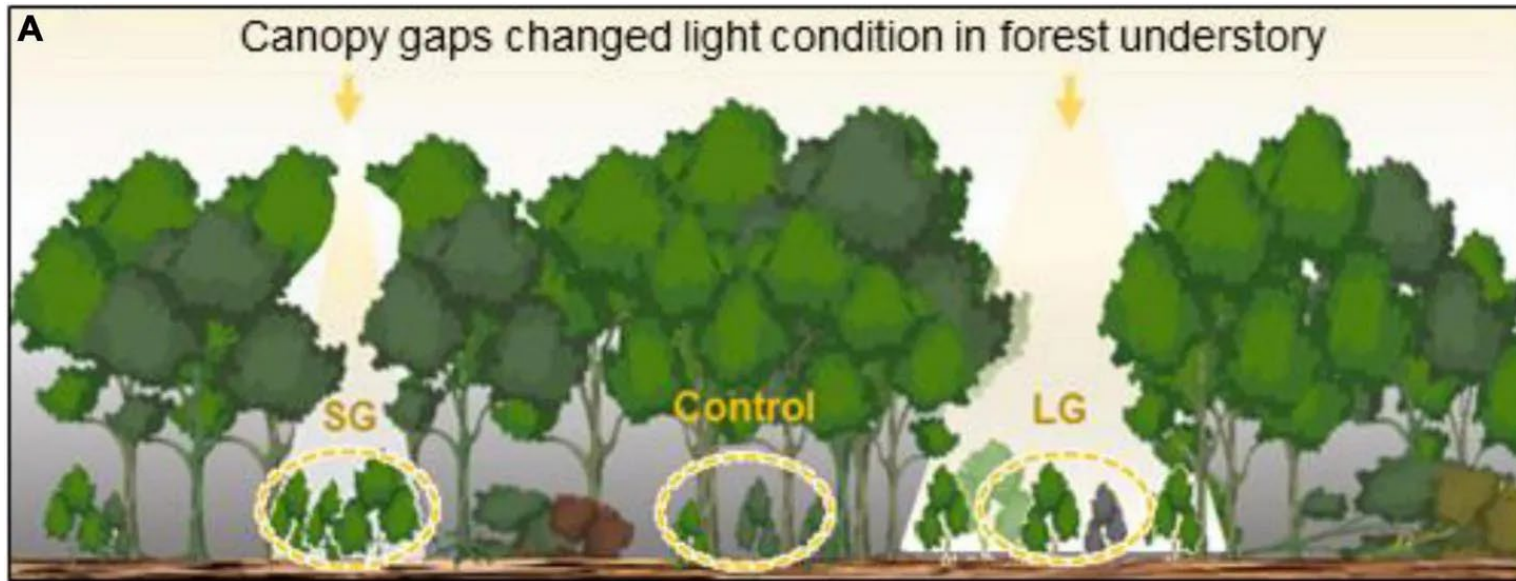
Adición o sustracción de recursos

- Recursos se hacen o no disponibles a otros organismos
 - La sombra de árboles impide llegada de luz (recurso) a otras plantas por debajo de ellos



Front. For. Glob. Change, 10 January 2023
Sec. Forest Disturbance
Volume 5 - 2022 | <https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.1088291>

Light effects on seedling growth in simulated forest canopy gaps vary across species from different successional stages



SG ("small gaps"):
claros pequeños

LG ("large gaps"):
claros grandes

Además...

- Hay interacción entre organismos (**heterotípicas**)
 - Unos individuos entran en la vida de los otros
- Tales interacciones son vitales para el mantenimiento de una comunidad
 1. **Representan refugio y/o alimento**
 2. **Constituyen amenazas**
 - **Relaciones antagónicas**

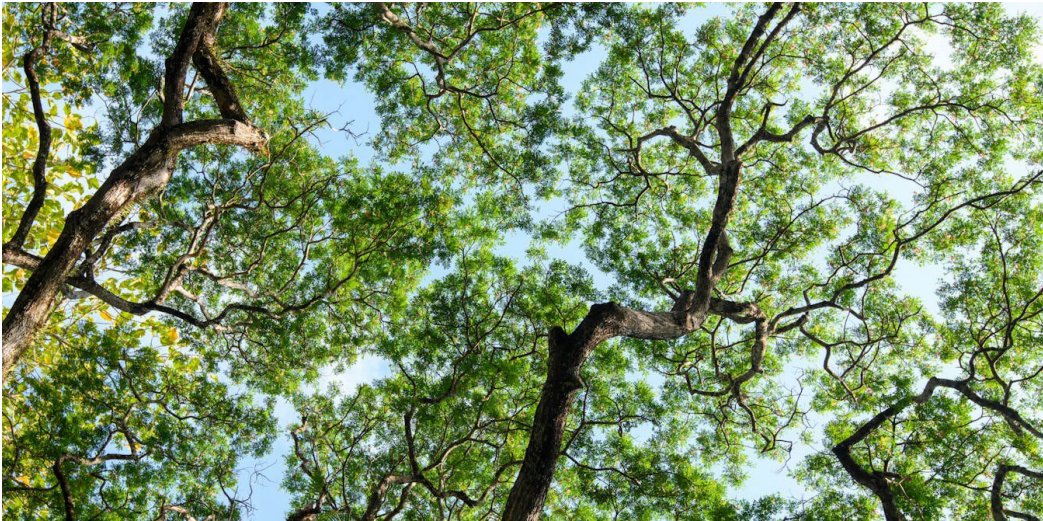


Otra clasificación muy general

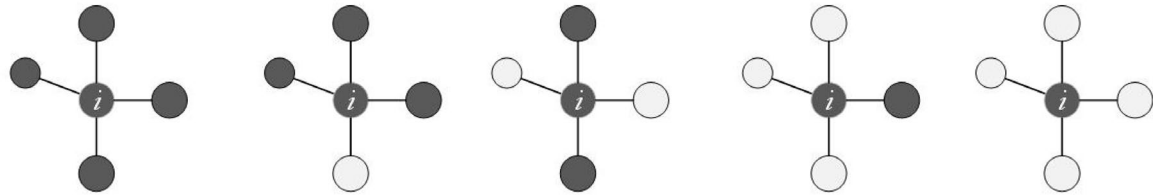
- Benéficas
- Negativas
 - Se dan entre diferentes tipos de especies, respecto al **tamaño**:

1. De igual tamaño

- Especies de árboles similares compitiendo por luz

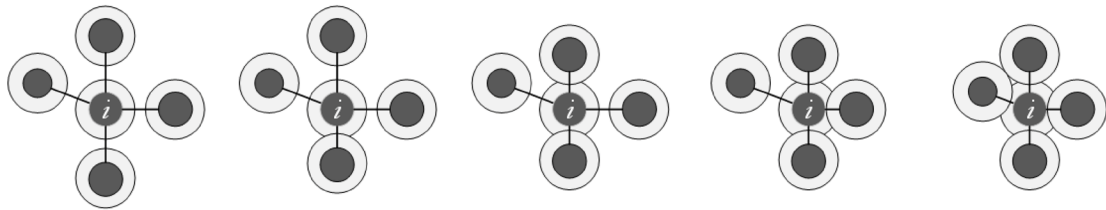


- Especies de árboles similares compitiendo por luz



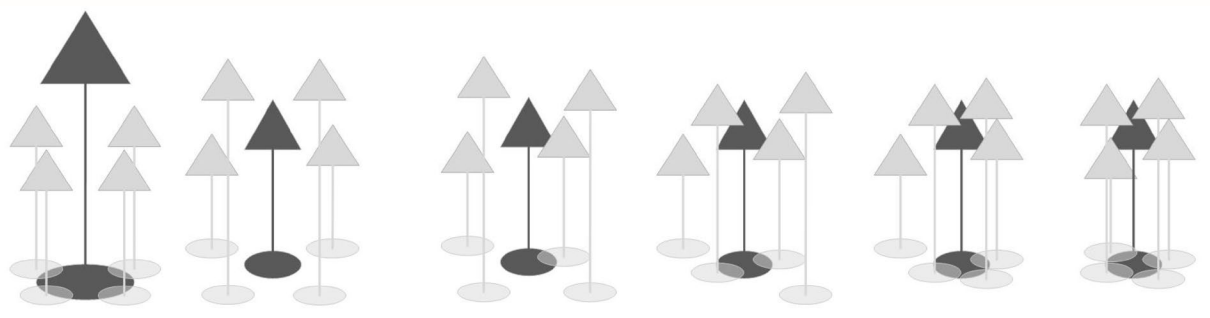
Four neighbors are of same species as the reference tree Three neighbors are of same species as the reference tree Two neighbors are of same species as the reference tree One neighbor is of same species as the reference tree No neighbor is of same species as the reference tree

● Tree species A ○ Tree species B



No connecting canopy One neighbor tree has crown connectivity Two neighbor trees have crown connectivity Three neighbor trees have crown connectivity Four neighbor trees have crown connectivity

● Tree stem ○ Tree crown



Reference tree has no over shading with neighbors, or taller than neighbors Reference tree has over shading with one neighbor Reference tree has over shading with two neighbors Reference tree has over shading with three neighbors Reference tree has over shading with four neighbors

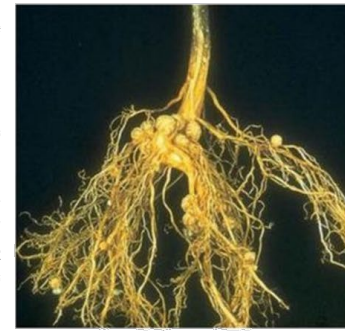
Zhang & Hui. 2021. Random trees are the cornerstones of natural forests. Forests 12: 1046

2. De diferente tamaño

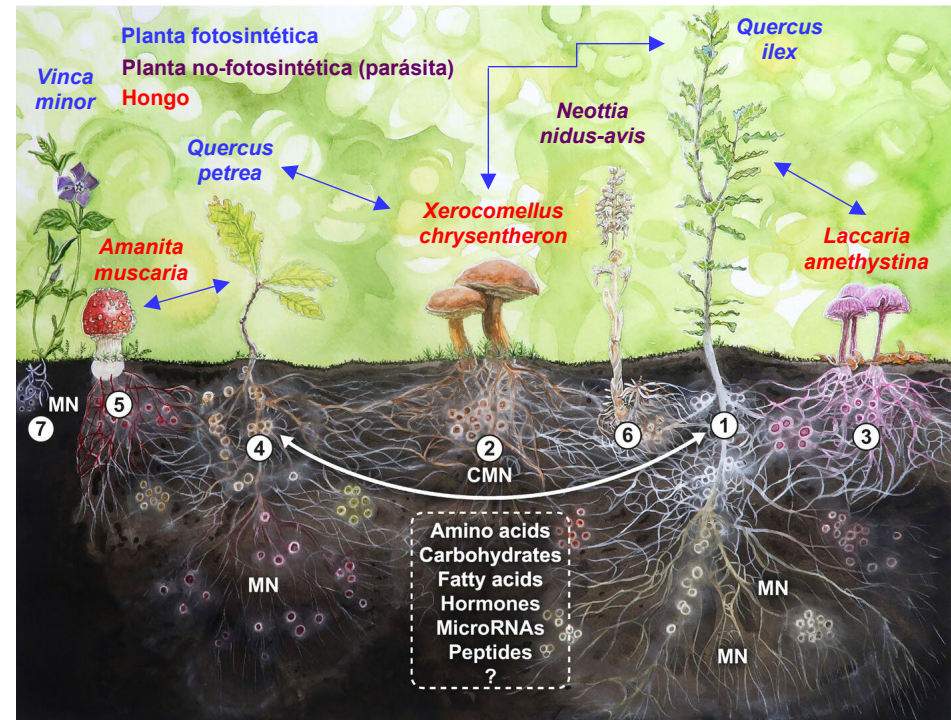
- Relaciones micorrízicas (simbiosis)
 - Ectomicorrizas
 - Endomicorrizas
 - Micorrizas arbusculares
 - Micorrizas orquidoides (con orquídeas)
 - Micorrizas arbutoides
 - Micorrizas ericoides
 - Micorrizas monotropoides
 - Ectoendomicorrizas

Mutualismo entre hongos y raíces de plantas

- Hongos absorben minerales y agua para la planta; planta provee al hongo de carbohidratos y aminoácidos



- Formación de redes ectomicorrízicas (\leftrightarrow , MN) que pueden ser comunes entre plantas (CMN) a partir de un mismo hongo
- Formación de redes parasíticas mediante endomicorrizas (e.g. orquidoides)



Martin & van der Heijden. 2024. The mycorrhizal symbiosis: research frontiers in genomics, ecology, and agricultural application. *New Phytologist* 242: 1486-1506

2. De diferente tamaño

- Hormiga-árbol (e.g. mutualismo con yarumos -*Cecropia*)



Árbol provee de hogar y alimento (cuerpos müllerianos de un triquilio en la base del peciolo) a las hormigas



Hormigas defienden al árbol de herbívoros

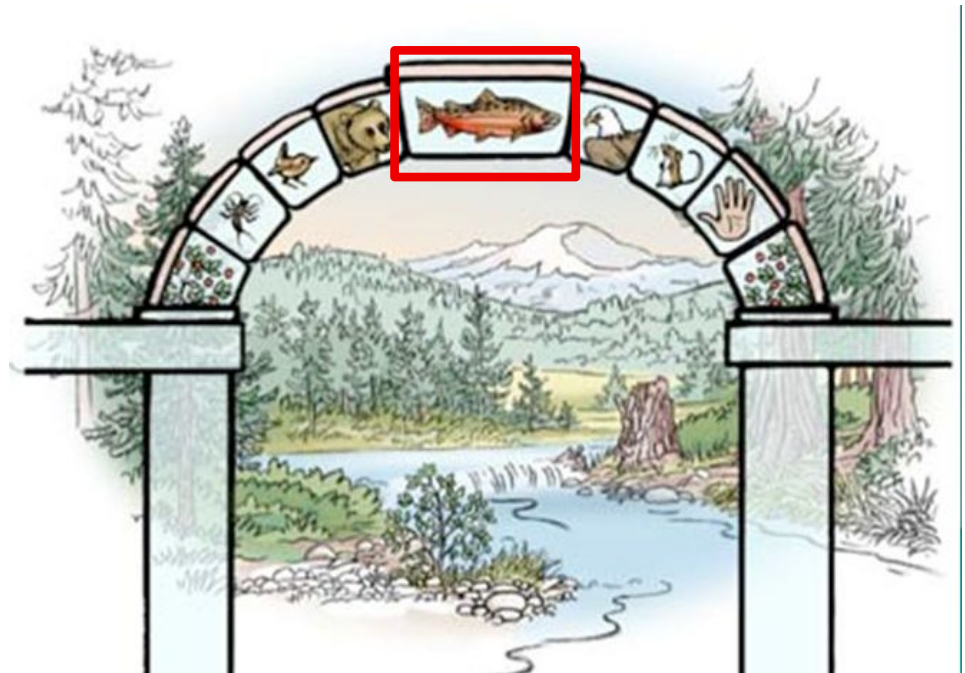
Relaciones conspicuas y no conspicuas

Depende en muchos casos del tipo de organismos implicados

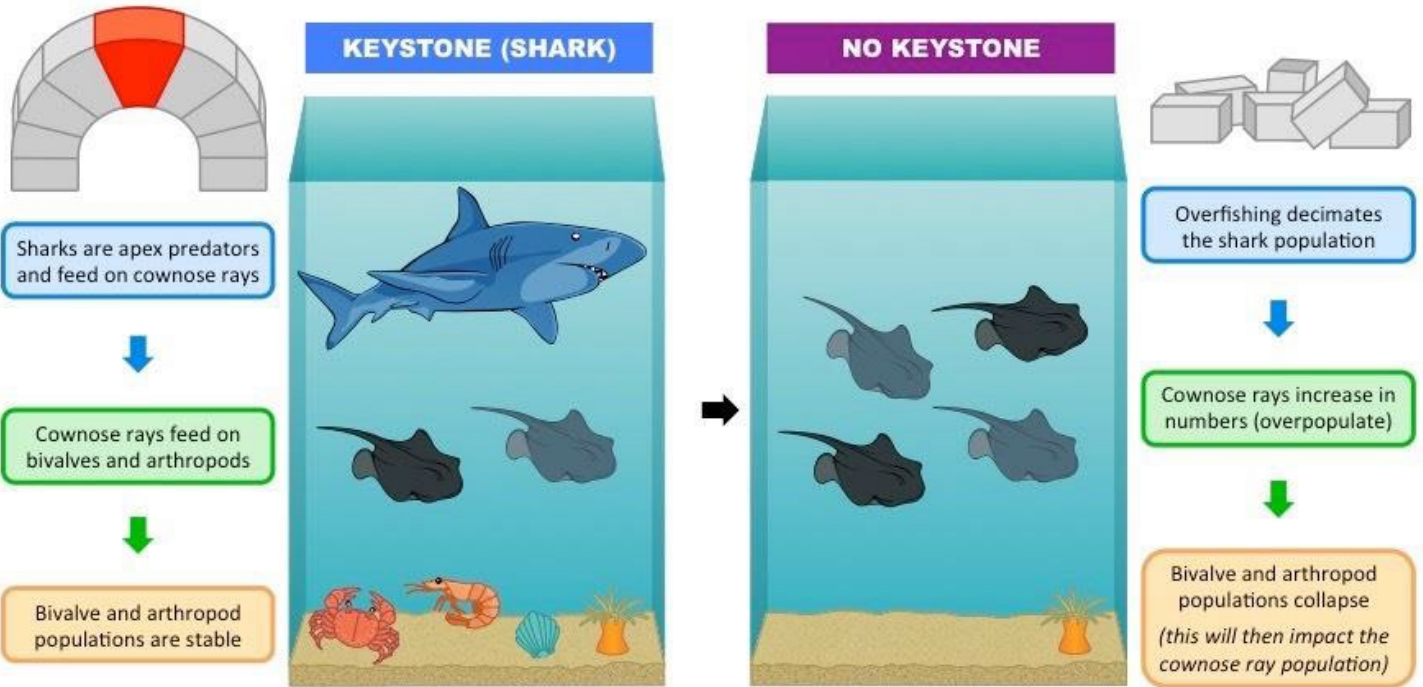
- Sin importar cual sea el tipo de interacción interespecífica...
- Algunas veces, son el factor principal que controla el desempeño/presencia de una especie en un ecosistema



ESPECIES CLAVE: un organismo que desempeña un papel único y crucial en la forma en la cual un ecosistema funciona (Paine 1966)



Species clave



Clasificación de las interacciones

De forma general y comparativa...

- Perjudiciales / benéficas
- Continuas / intermitentes
- Obligadas / facultativas u oportunistas

- Una clasificación mas fina depende del efecto de la interacción sobre las especies con que interactúan

Tipo de interacción	Efecto sobre A	Efecto sobre B
Antagonistas (conflictivas)		
Competencia	-	-
Depredación	+	-
Herbivoría	+	-
Parasitismo	+	-
Comensalismo	+	0
Amensalismo (e.g. alelopatía)	-	0
Detritivoría	+	0
Benéficas		
Mutualismo	+	+
Cooperación	+	+

Clasificación según el efecto de las interacciones en dos especies A y B

Ejemplos amensalismo (- / 0)

- **Alelopatía:** nogal negro americano (*Juglans nigra*) libera a través de sus raíces una sustancia (antibiótico) en el suelo que parece inhibir el crecimiento de otros tipos de plantas en su alrededor
- Ungulados afectando con sus cascos la vegetación sobre la cual están parados



Competencia interespecífica

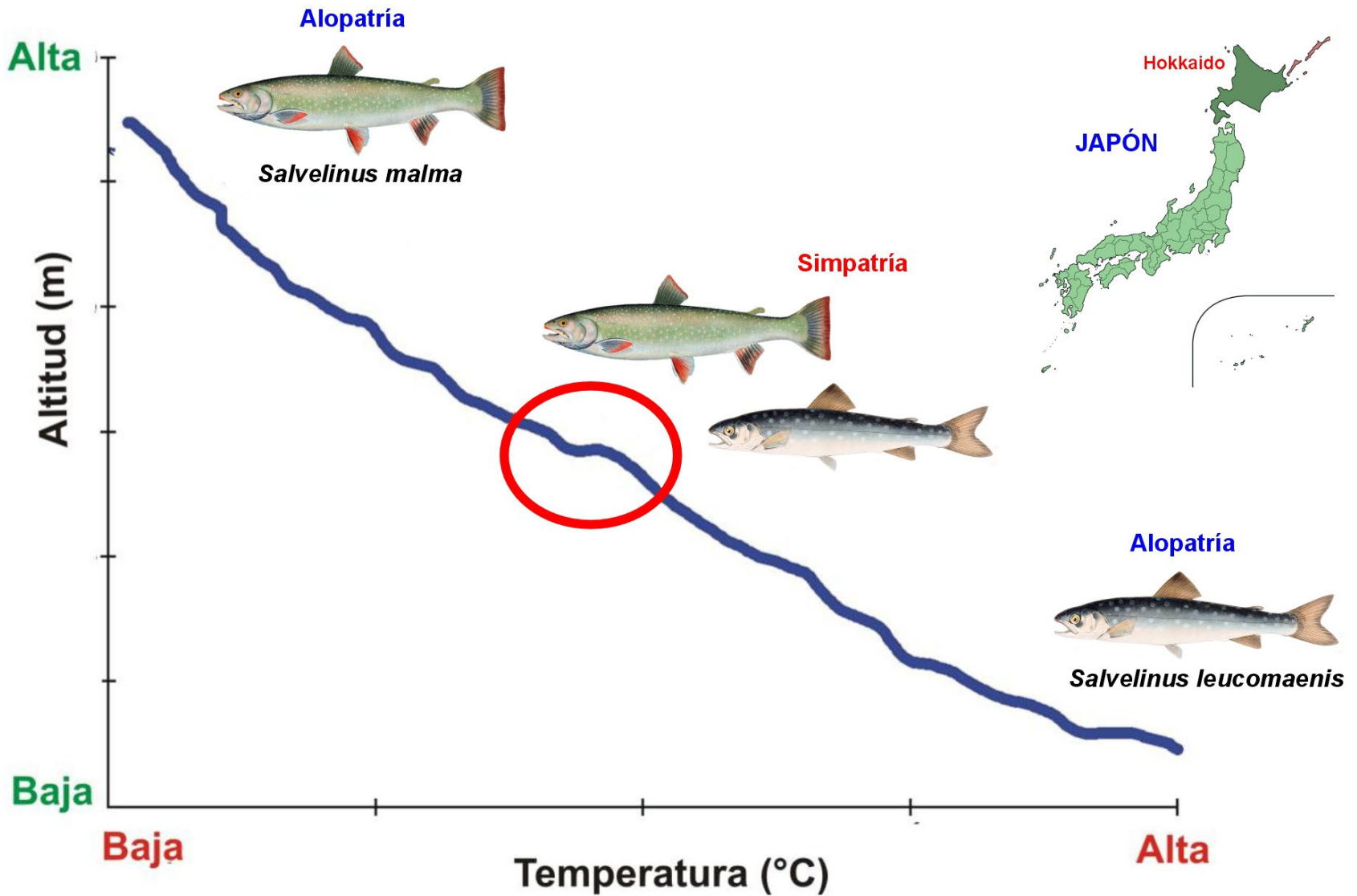
- **Definición general:** búsqueda y uso de un mismo recurso por dos o más especies

Idea central:

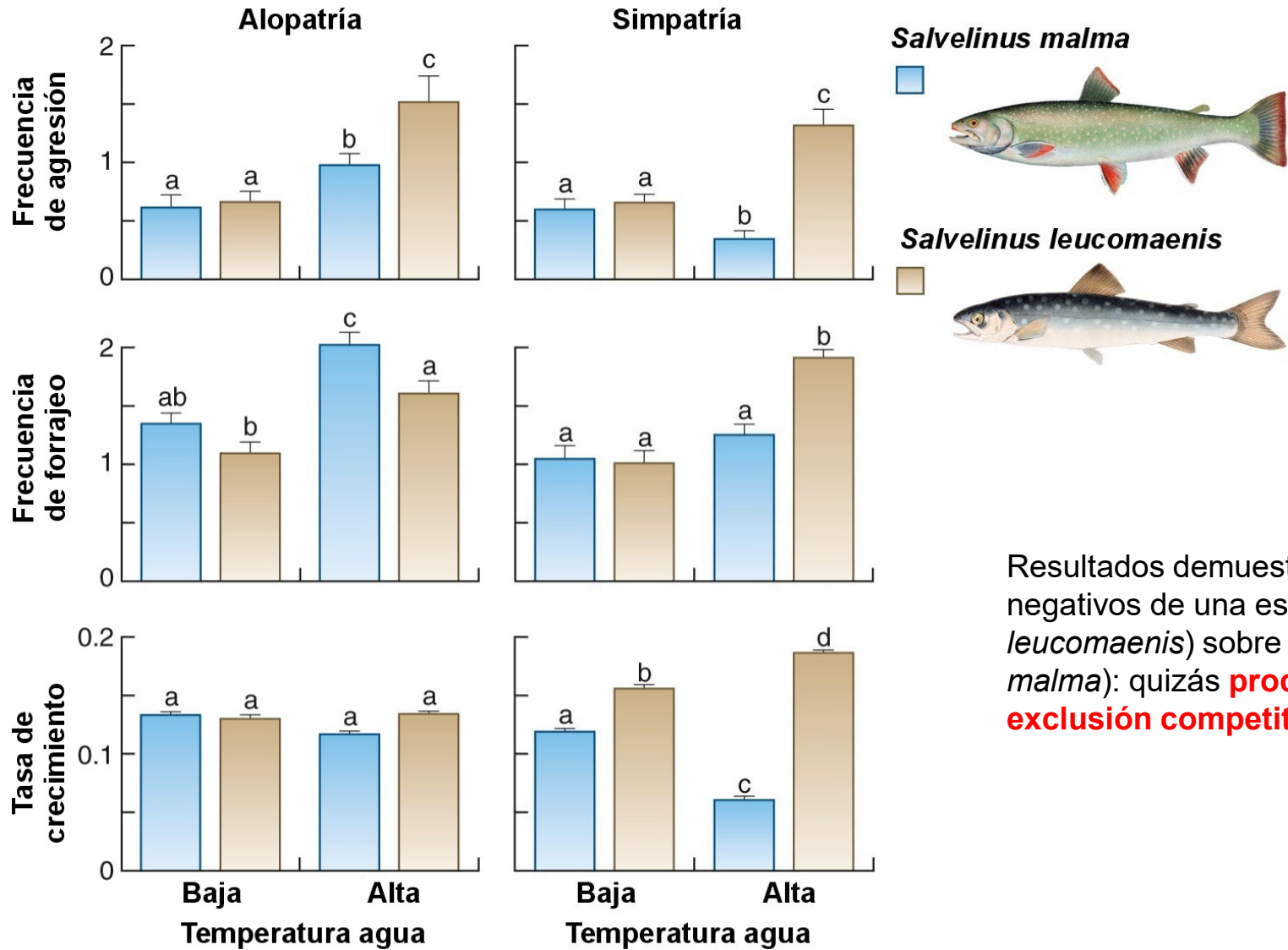
Explotación o interferencia de recursos por una **especie A afecta negativamente** la fecundidad, crecimiento y/o supervivencia de la **especie B**

- **Afectación de las dinámicas poblacionales**
 - **Afectación de la distribución y la evolución**

Competencia entre salmones *Salvelinus*



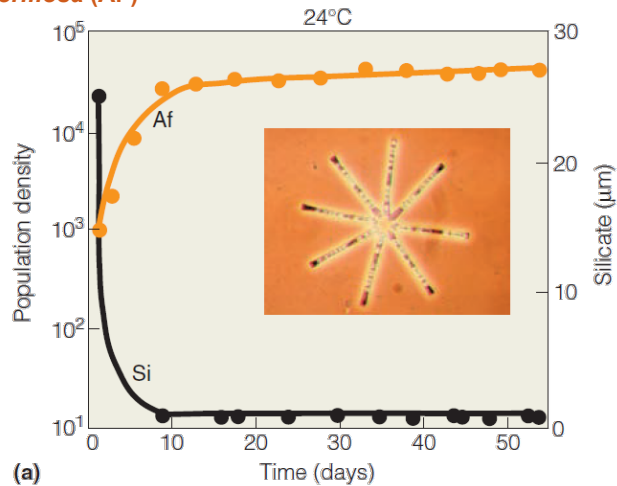
Efectos sobre forrajeo y crecimiento por la competencia en ocurrencia simpátrica



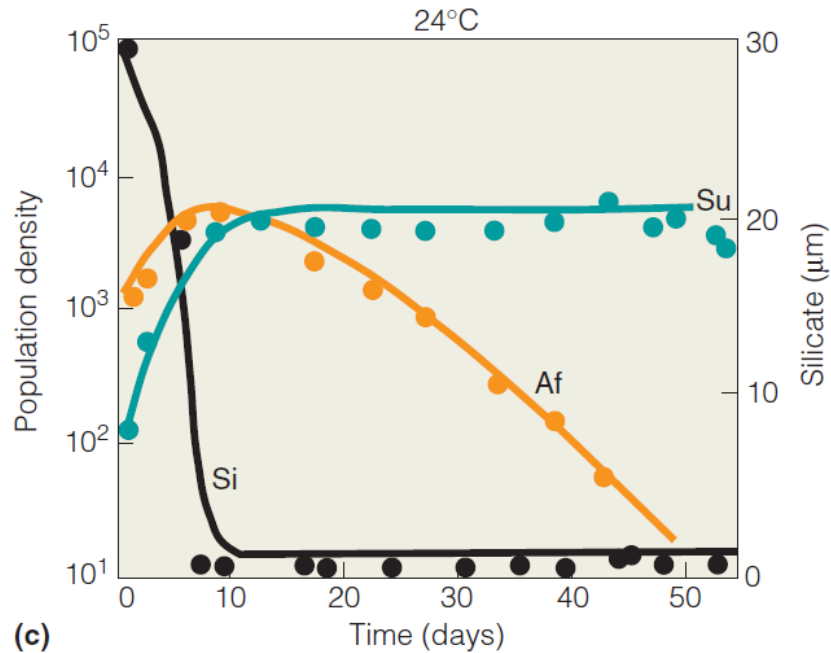
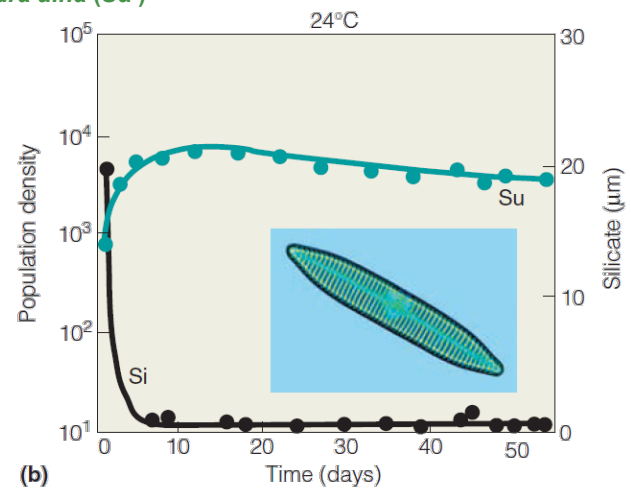
Resultados demuestran los efectos negativos de una especie (*S. leucomaenis*) sobre la otra (*S. malma*): quizás **procesos de exclusión competitiva**

Efectos sobre N por la competencia entre diatomeas simpátricas

Asterionella formosa (Af)



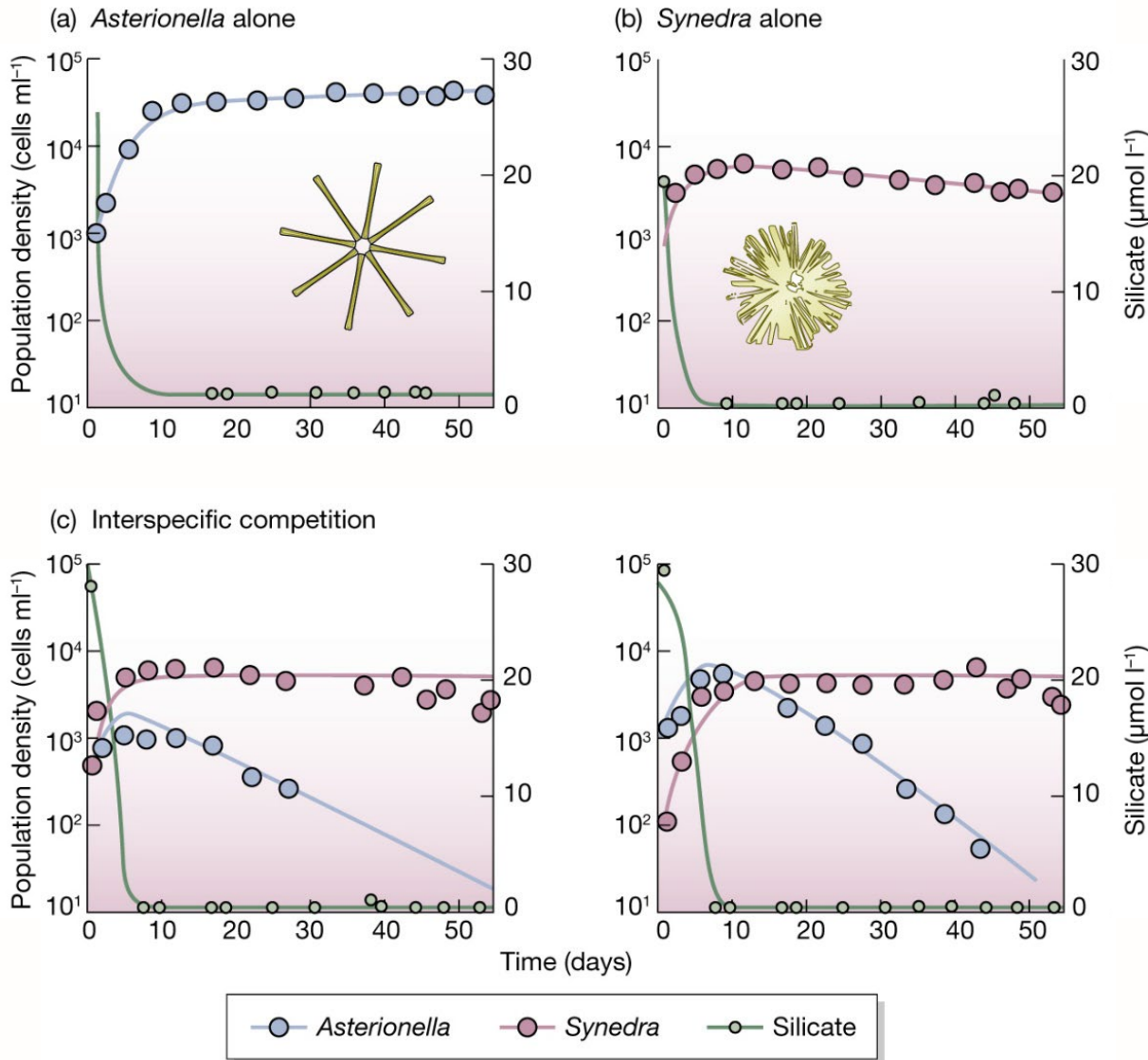
Synedra ulna (Su)



Resultados demuestran los efectos negativos de una especie (*Synedra ulna*) sobre la otra (*Asterionella formosa*): quizás **procesos de exclusión competitiva**

Tilman et al. (1981)

Efectos sobre N por la competencia en ocurrencia simpátrica en diatomeas

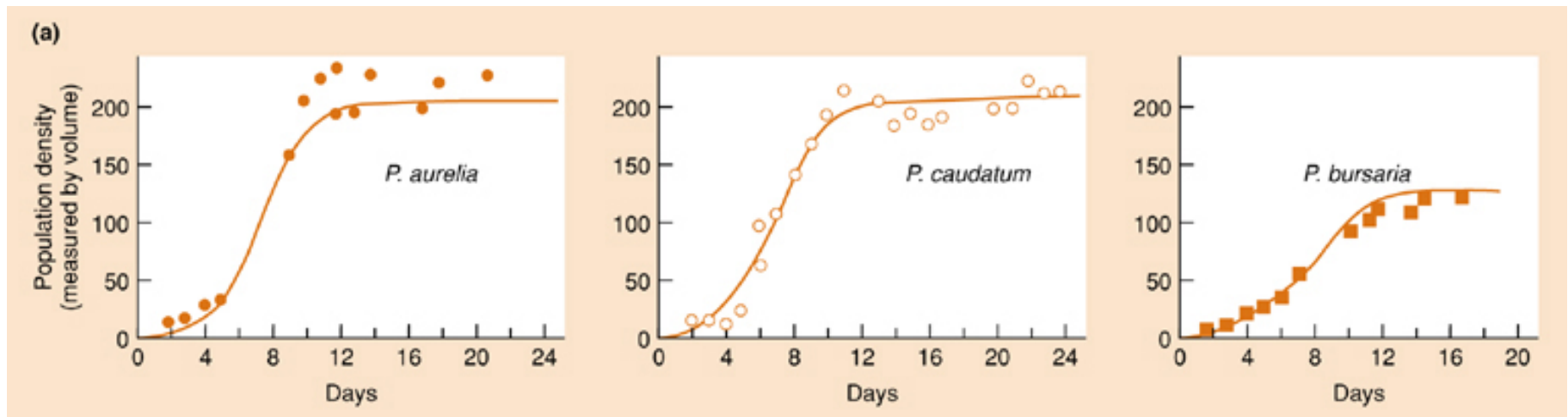


Resultados demuestran los efectos negativos de una especie (*Synedra ulna*) sobre la otra (*Asterionella formosa*): quizás **procesos de exclusión competitiva**

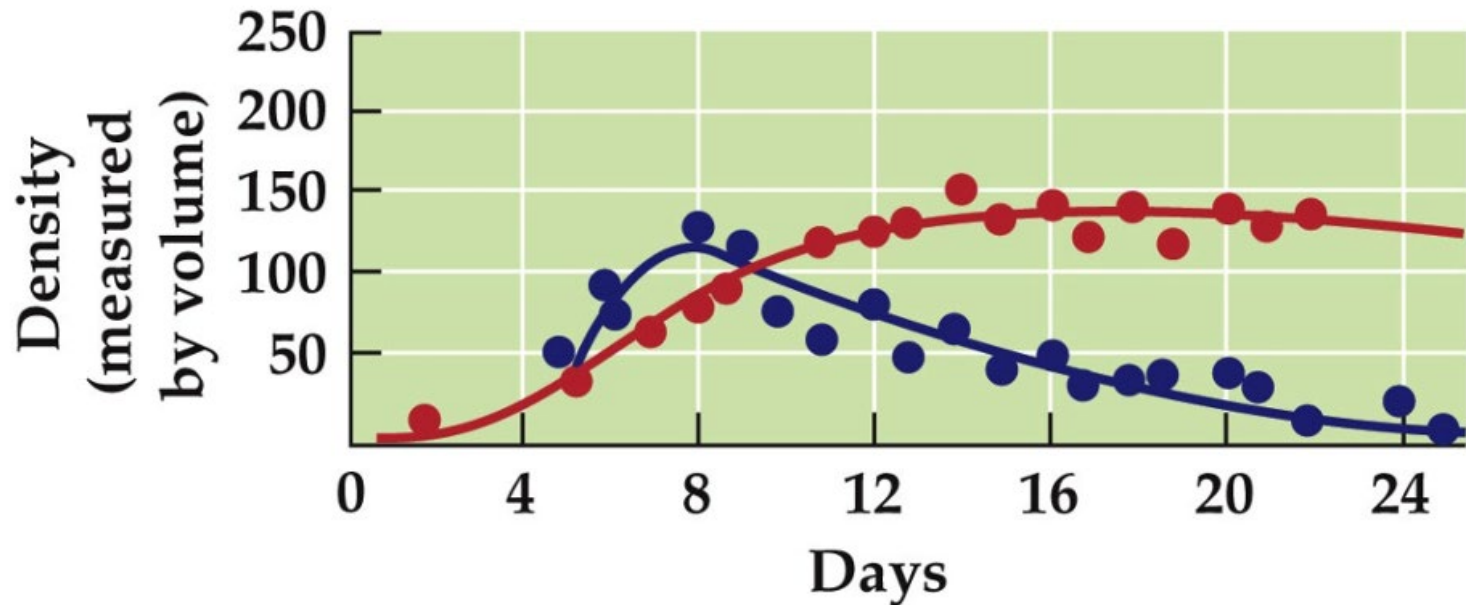
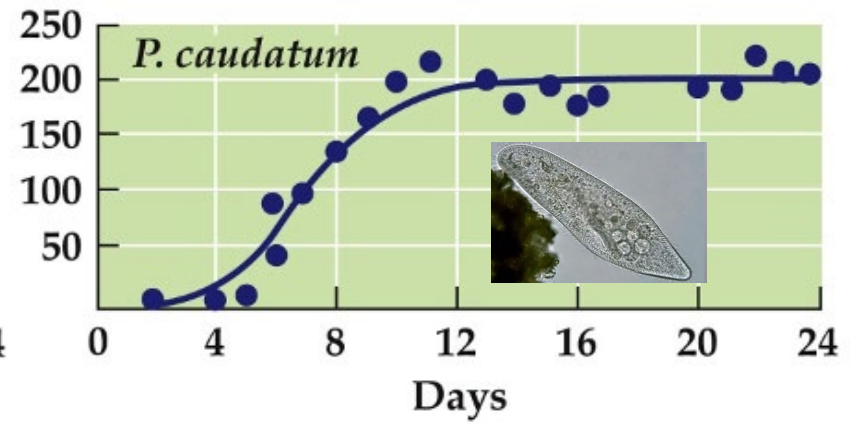
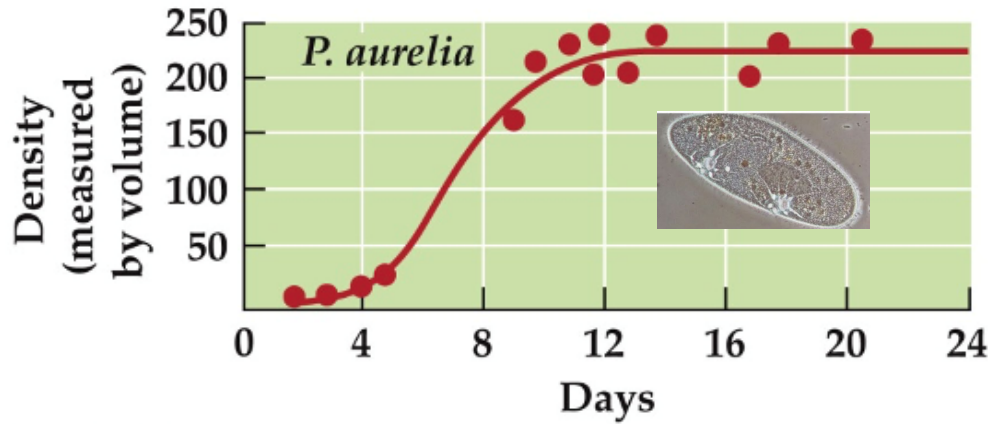
Tilman et al. (1981)

Efectos sobre **N** por la competencia en ocurrencia simpátrica: impacto es variable dependiendo de las especies

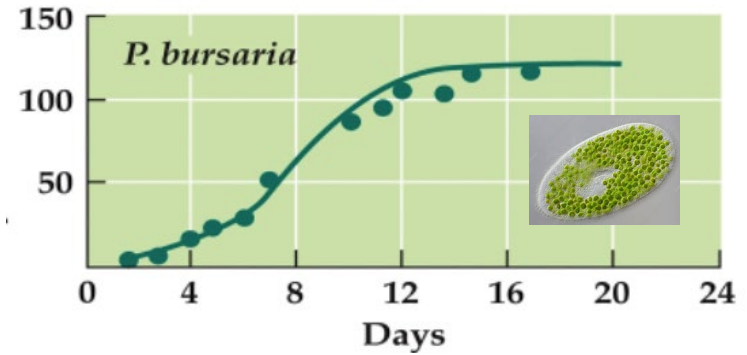
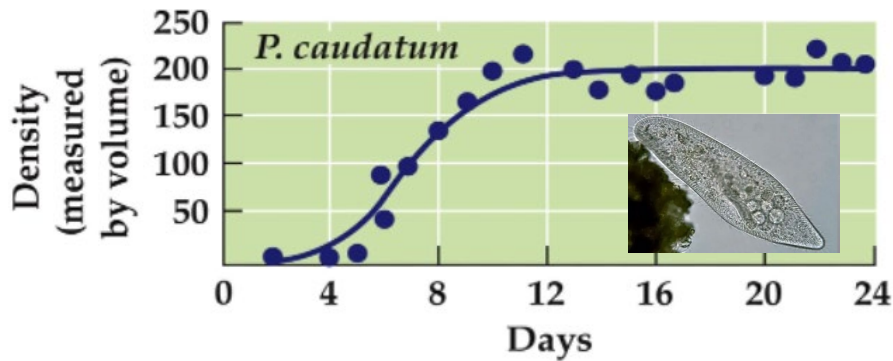
- Gause (1934): experimentos clásicos de laboratorio demostrando competencia interespecífica entre especies de *Paramecium*



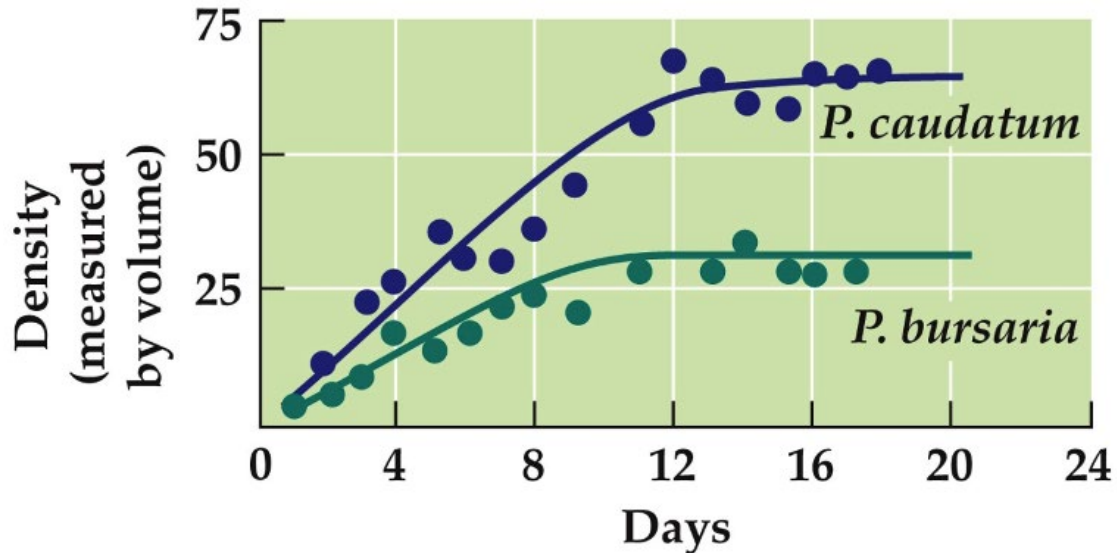
Gause (1934): competencia interespecífica entre especies de *Paramecium*



Gause (1935) encontró que algunas especies pueden coexistir



- **Coexistencia:** cuando la forma de uso de los recursos no es exactamente la misma



Efecto de la competencia sobre tasa de alimentación: efecto de la liberación ecológica de la competencia

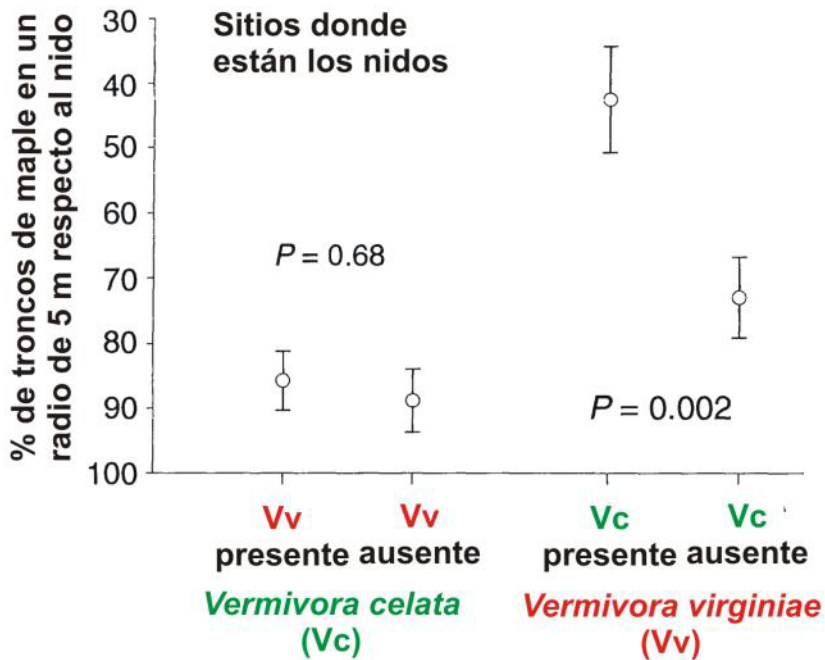
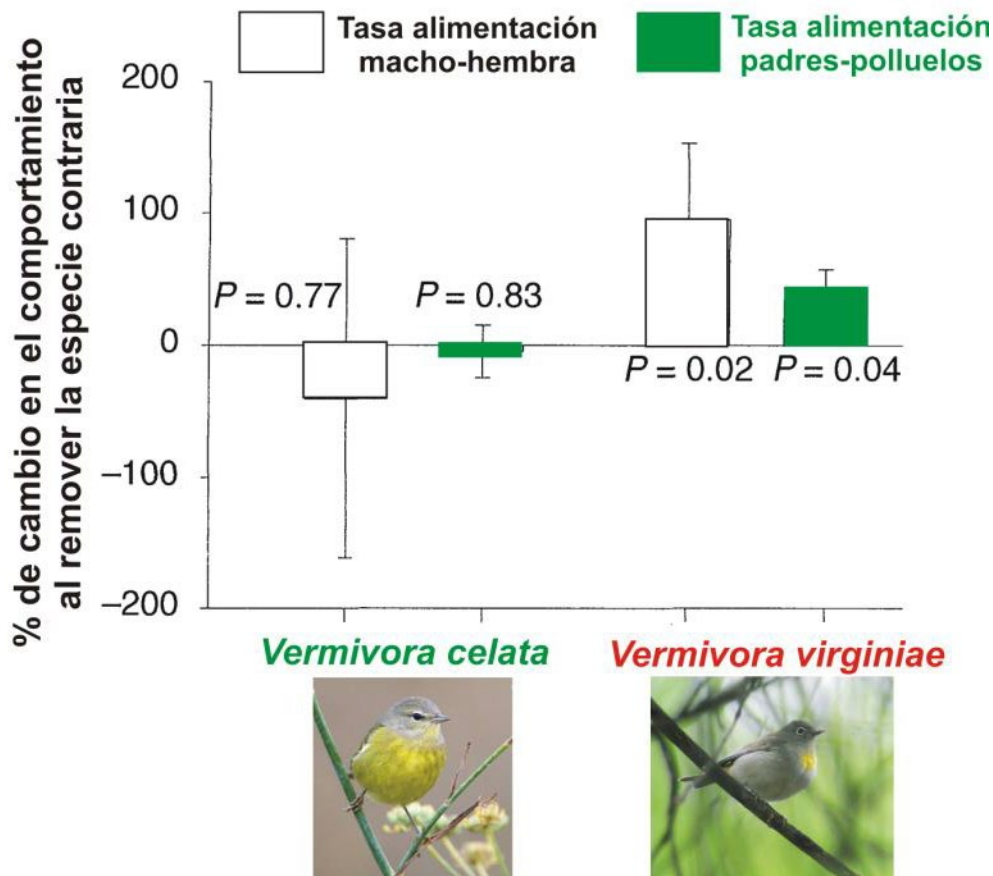


ARIZONA



Vermivora celata

Vermivora virginiae



Posición de los nidos entre a vegetación por efecto de la competencia

Conclusiones de los ejemplos

Las especies compiten

- Se producen efectos sobre abundancia, fecundidad, supervivencia **en coexistencia**
 - Aves *Vermivora*
 - Peces *Salvelinus*
 - *Paramecium caudatum* versus *P. bursaria*
- Se dan procesos de exclusión
 - Diatomeas
 - *Paramecium caudatum* versus *P. aurelia*

Explicaciones

Coexistencia y se nota efectos de la competencia

- Las especies utilizan los mismos recursos y evitan el acceso entre ellas a esos recursos
 - Interferencia
 - Explotación
- Si no hay repartición de los recursos o diferencias en el uso
 - Sucede la exclusión: una especie se extingue localmente

¿Qué sucede cuando las especies similares coexisten y no se nota efectos de competencia?

Fantasma de la competencia pasada...: 5 especies de *Parus* (Parulidae)

Parus caeruleus

Parus major

Parus palustris

Parus montanus

Parus ater

Semillas de diferente dureza

Insectos de diferente tamaño

Hoy vemos las especies que no compiten por los mismos recursos: **no compitieron**, **no compiten**, **ni competirán**

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Cape May warbler

New needles and buds at top of tree



Blackburnian warbler

New needles and buds of upper branches



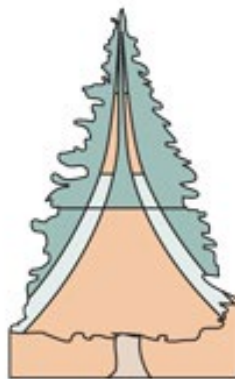
Black-throated green warbler

New needles and buds and some older needles



Bay-breasted warbler

Old needles and bare and lichen-covered middle branches

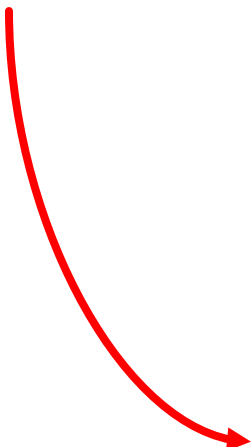


Yellow-rumped warbler

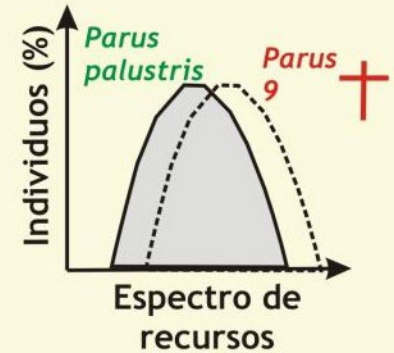
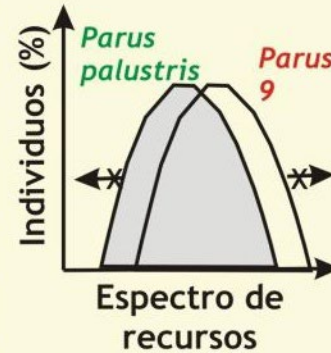
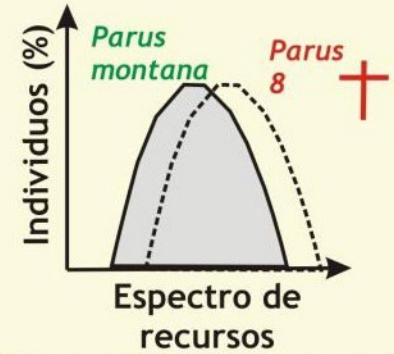
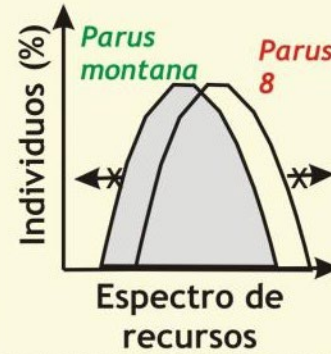
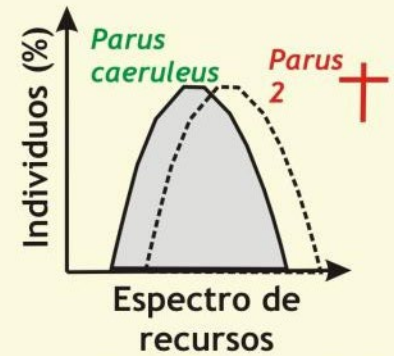
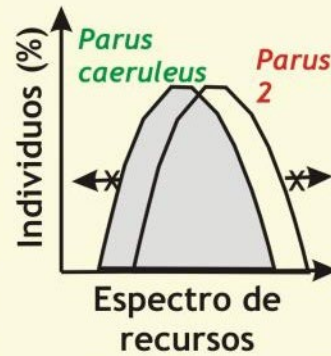
Bare or lichen-covered lower trunk and middle branches



Extinción diferencial de especies por efecto de la competencia

- 
- ***Especies que coexisten no fue debido a cambios evolutivos de ellas, sino a la **selección negativa** sobre otras especies***

Hipotéticamente se puede pensar que...



Cuidado con las conclusiones!

Ejemplo de las aves Parúlidae demuestra que...

- **No siempre la competencia es la fuerza estructuradora de las comunidades**
 - ¿Cómo demostrar o no que la competencia esta actuando?

Realizar investigaciones con base en:

- Bases de datos sobre especies existentes y extintas en una región (**datos históricos**)
- Datos sobre uso de los recursos
- Demostrar los efectos ecológicos de la competencia (sobre **variables que afectan fitness – las que están bajo efecto de la selección natural-**)
 - **Experimentos** (e.g. *remoción como el de las aves Vermivora*)

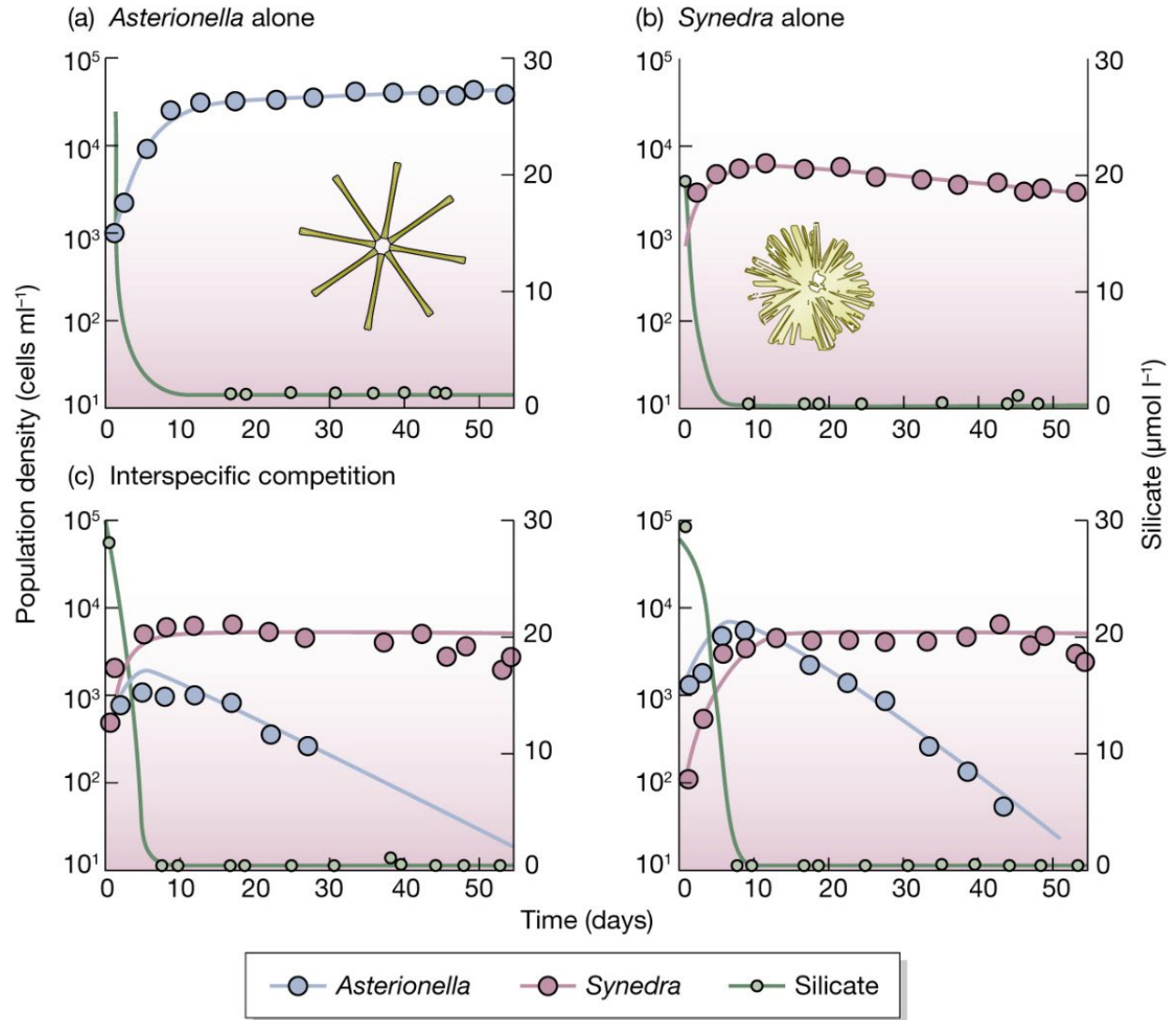
Formas de competencia interespecífica

- **Explotación**
- **Interferencia**
- **Alelopatía**

- **Definiciones y ejemplos**

Explotación de recursos por parte de la especie A

- Recurso no disponible para la sp. B



Explotación directa de recursos entre renacuajos de tres especies de ranas (Australia)

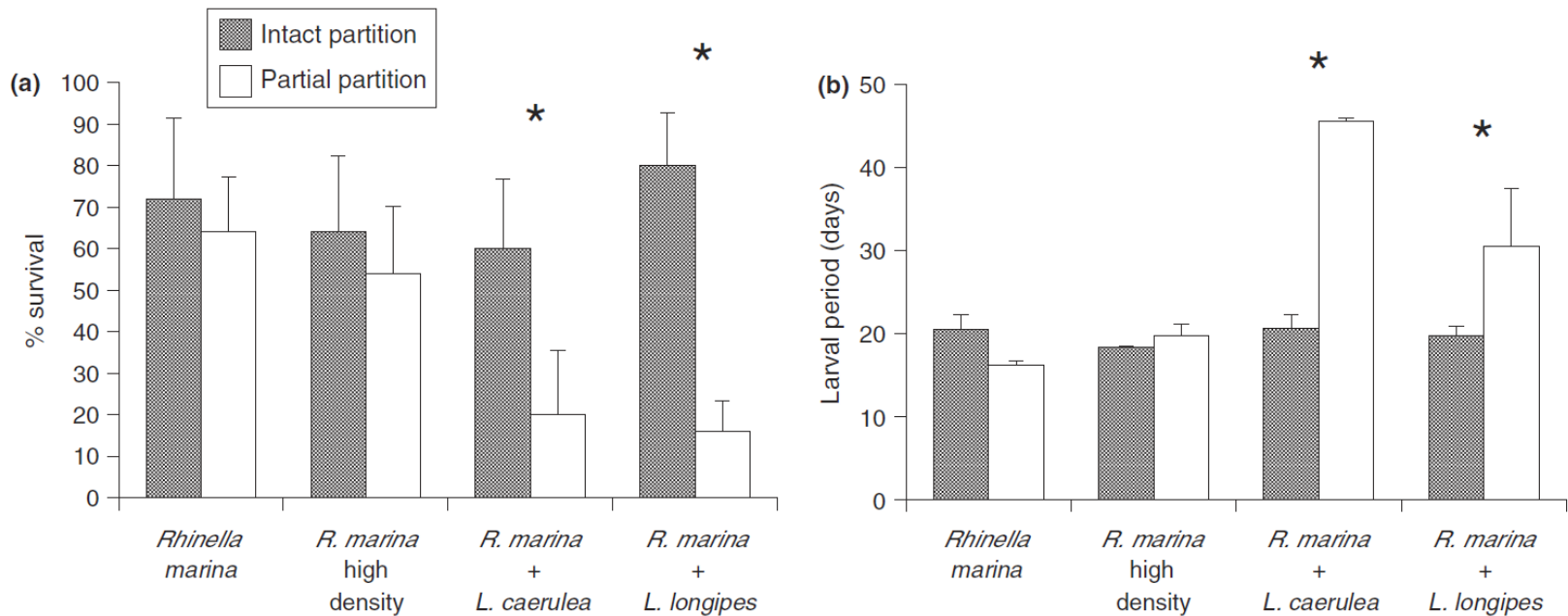
- Efectos de dos especies de ranas nativas (*Litoria*) sobre especie invasora (*Rhinella marina*)

Freshwater Biology (2013) 58, 2584–2600

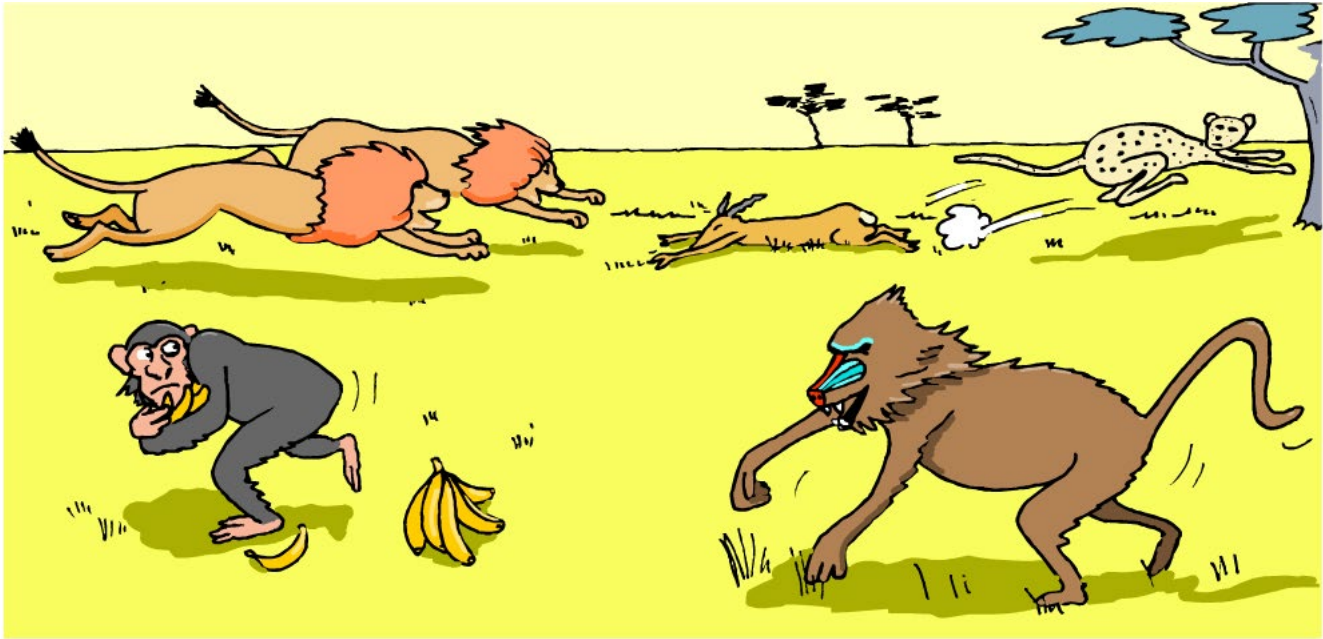
doi:10.1111/fwb.12235

Mechanisms of competition between tadpoles of Australian frogs (*Litoria* spp.) and invasive cane toads (*Rhinella marina*)

ELISA CABRERA-GUZMÁN, MICHAEL R. CROSSLAND AND RICHARD SHINE
School of Biological Sciences A08, University of Sydney, Sydney, NSW, Australia

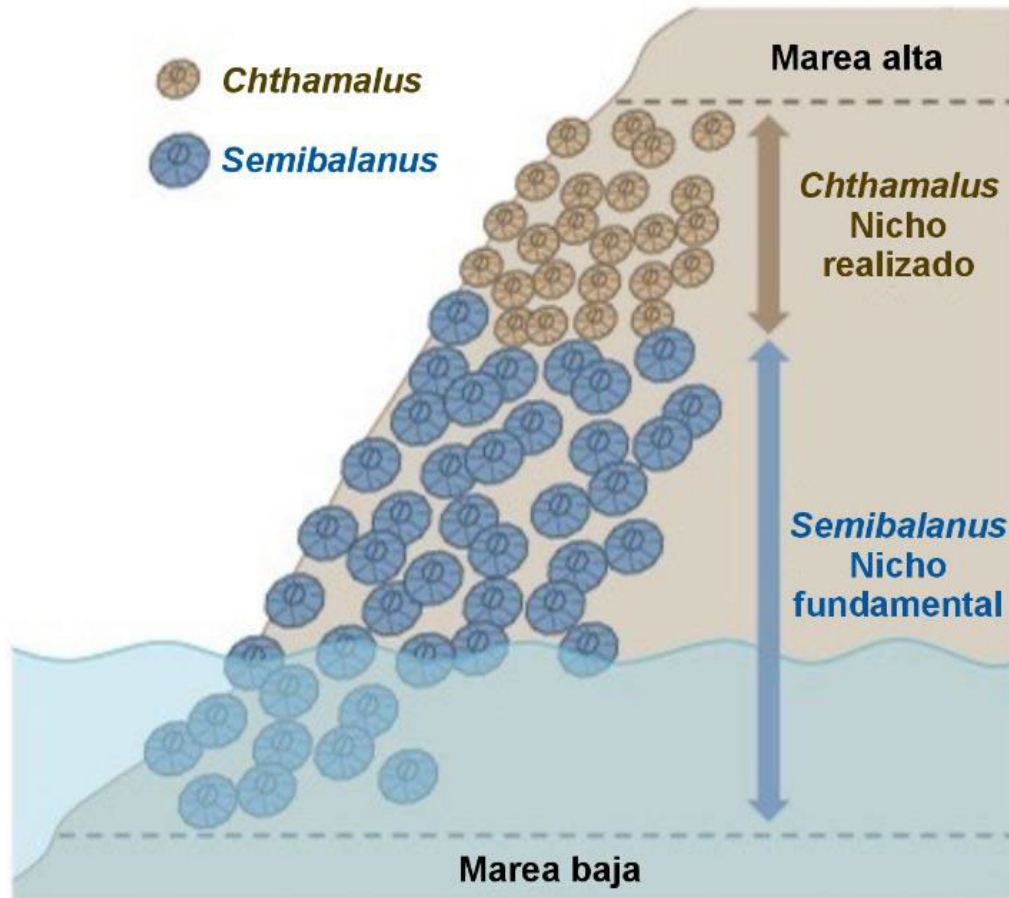


Interferencia física



Interferencia de recursos entre dos especies de crustáceos cirrípedos

Connell (1961)



Chthalamus



Semibalanus

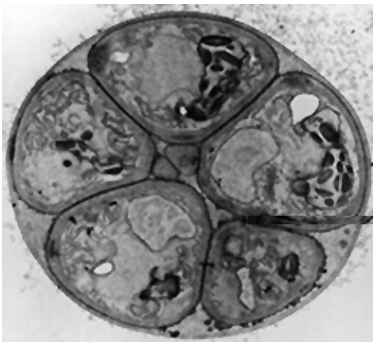
Interferencia química: alelopatía

Epidalea (= Bufo) calamita

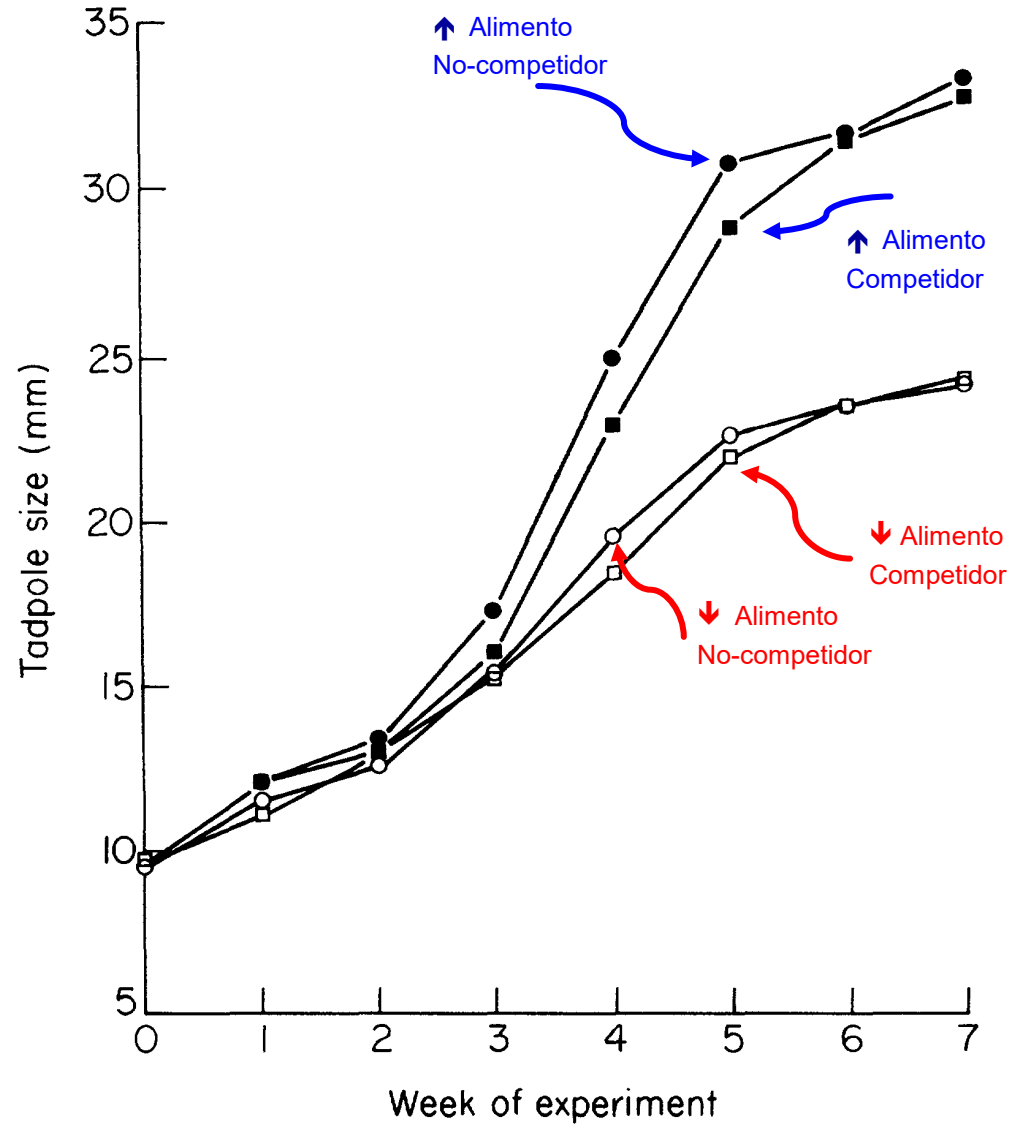


Efecto de competidor *Rana temporaria* sobre tamaño corporal de larvas de *Epidalea calamita*

Rana temporaria



Células *Prototheca* (alga)



Griffiths et al. 1993. The effect of food level on competition in tadpoles: interference mediated by protothecan algae? *J. Anim. Ecol.* 62: 274-279

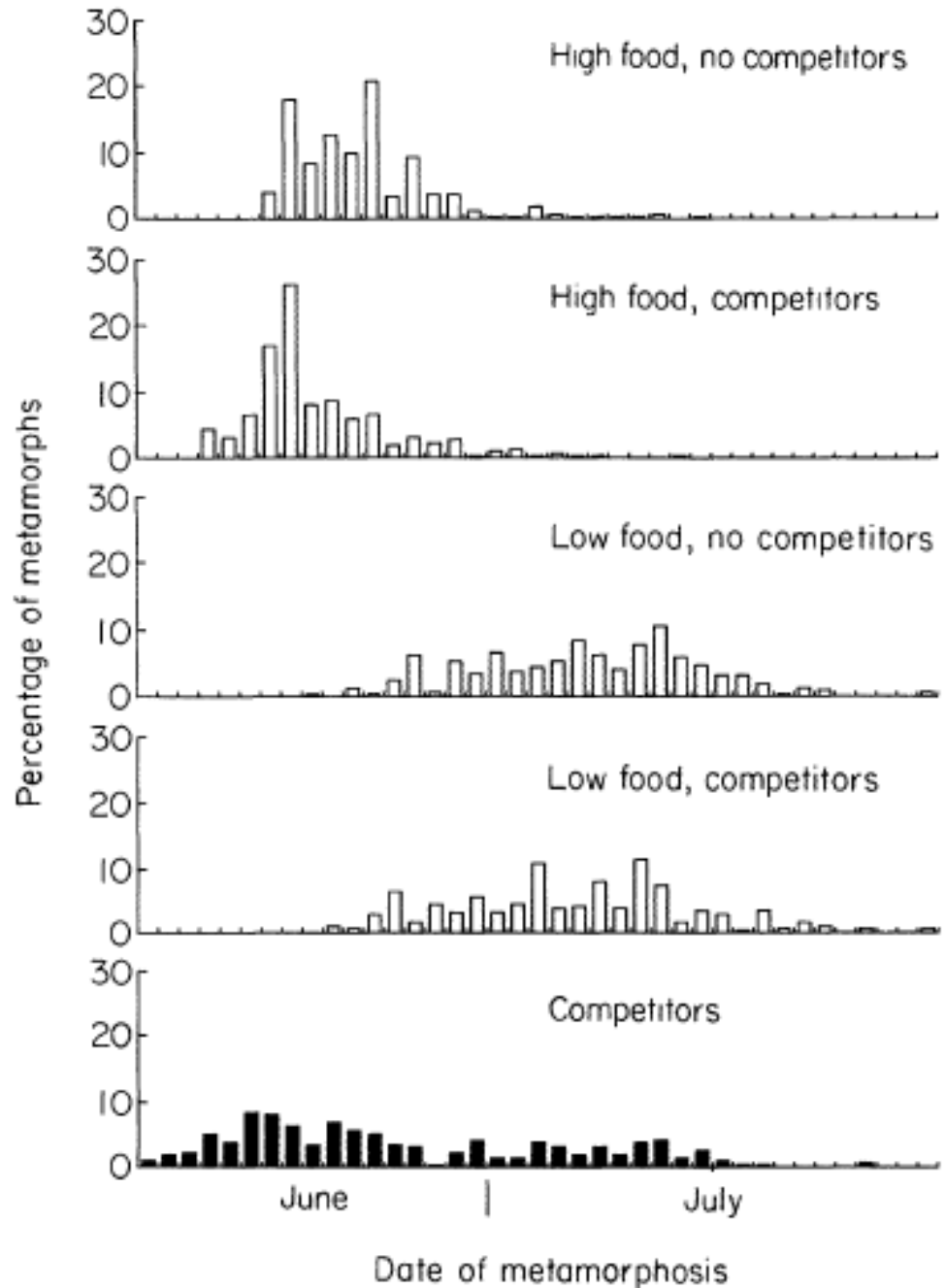
Tiempo de metamorfosis

Fig. 2. The timing of metamorphosis of *B. calamita* (□) and *R. temporaria* (■) raised under different conditions of food and competitors.

Rana temporaria



Epidalea (= *Bufo*) *calamita*



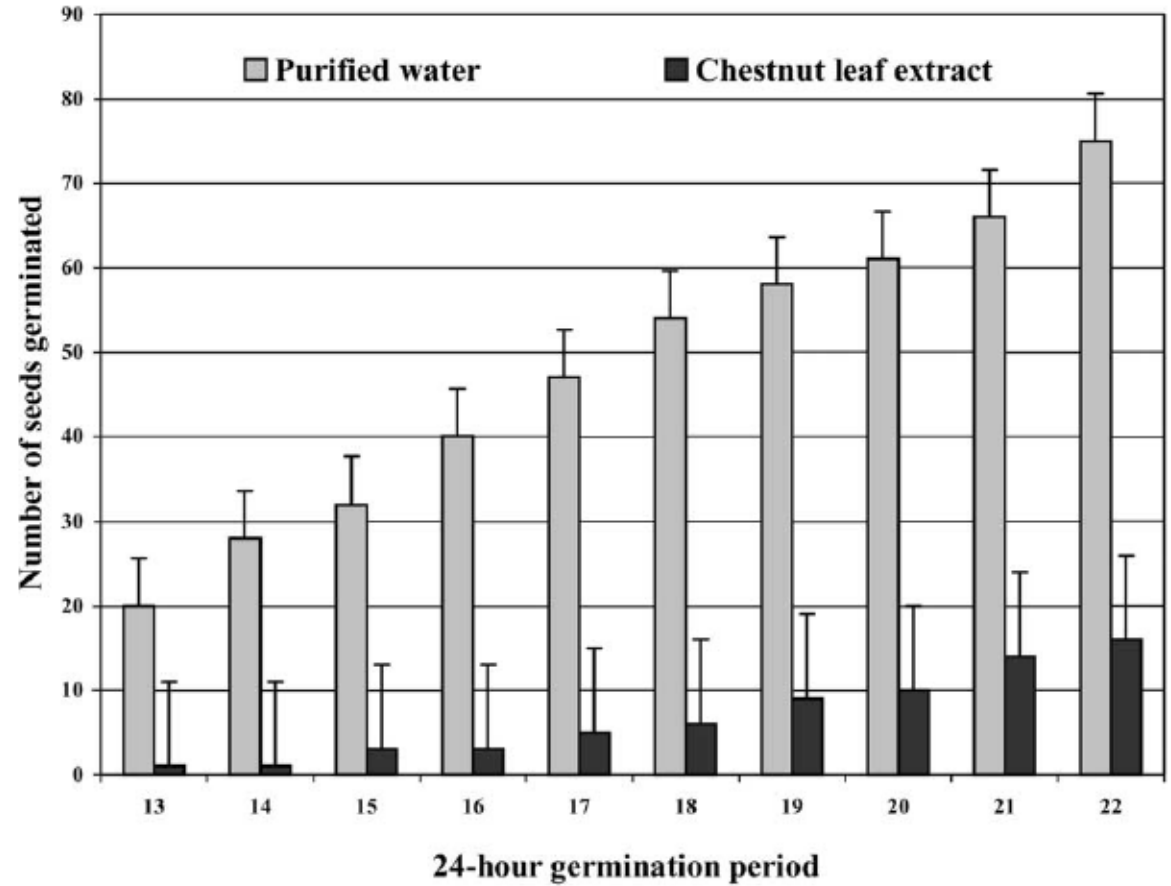
Inhibición del crecimiento



Castanea dentata



Rhododendron maximum

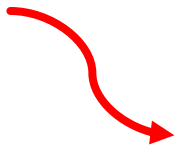


Exclusión competitiva o coexistencia

Ejemplos resaltan las siguientes preguntas:

- Cuáles son las condiciones que permiten la coexistencia?
- Cuales son las condiciones que llevan a la exclusión competitiva?
- Uso de los modelos matemáticos para responder a las preguntas

- Intensidad de la competencia interespecífica depende de la abundancia de los recursos y el solapamiento del nicho



- Nicho = todas las formas en las cuales una especie usa los recursos presentes en su ambiente

Dimensiones del nicho



George Evelyn Hutchinson

Hutchinson planteo dos componentes del nicho:

- **Componente esceno-poético** (nicho ecológico potencial):
 - El espacio y todas las variables físicas relacionadas con el ambiente
- **Componente bionómico** (nicho ecológico real):
 - Tamaño de la presa
 - Tipo de presa
 - Mimetismo del organismo con su entorno
 - Etc.

En los 70's, Schoener concibió tres aspectos que impiden que un **organismo K** crezca:

- **Microhábitat (lugar, espacio):**

- Los recursos espaciales son competidos
- Un recurso puede estar ocupado y saturado (capacidad de carga K)

- **Dieta (alimento → energía):**

- Competencia por alimento
- Solo hay limitadas cantidades disponibles

- **Periodo de actividad (tiempo):**

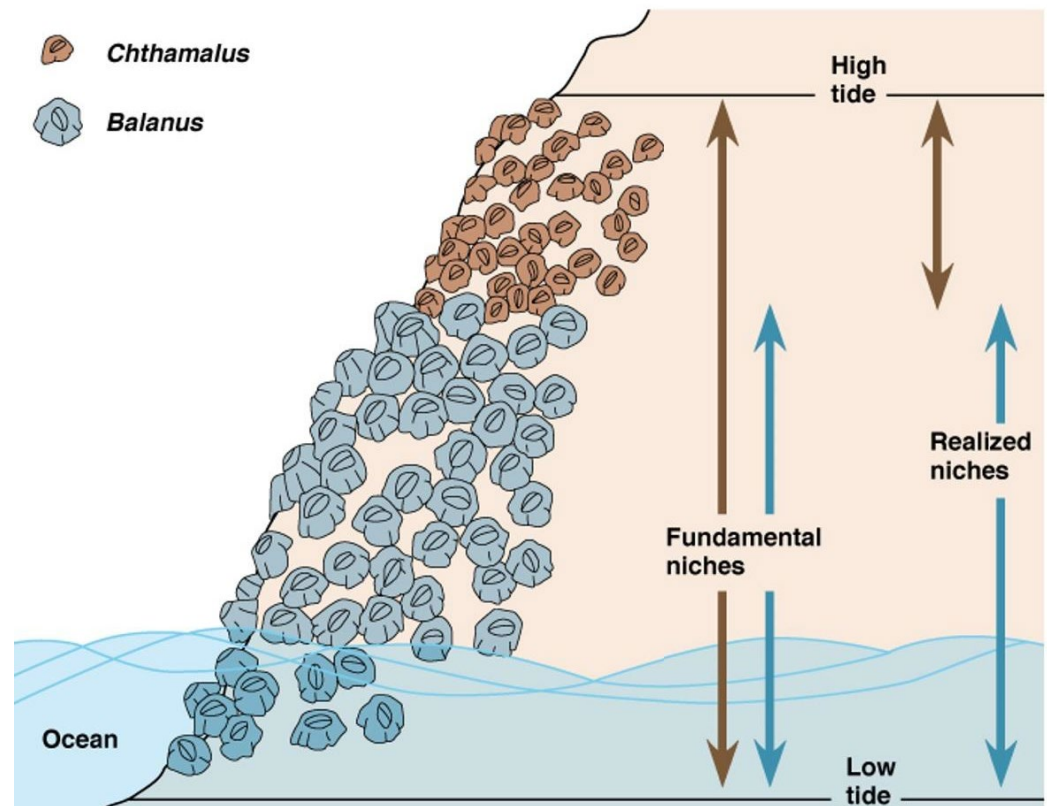
- Dependiendo del momento del día que se este activo funciona el nicho

Dos formas de medir el nicho de una especie

- **Nicho fundamental:** nicho total que una especie es capaz de utilizar
- **Nicho realizado:** nicho real ocupado debido a las interacciones interespecíficas (e.g. competencia)
- Medición de ambos tipos de nichos se puede hacer con experimentos de remoción



- Connell (1961):
competencia
interespecífica
entre crustáceos
cirrípedos
(barnaclas) en zona
intertidal rocosa

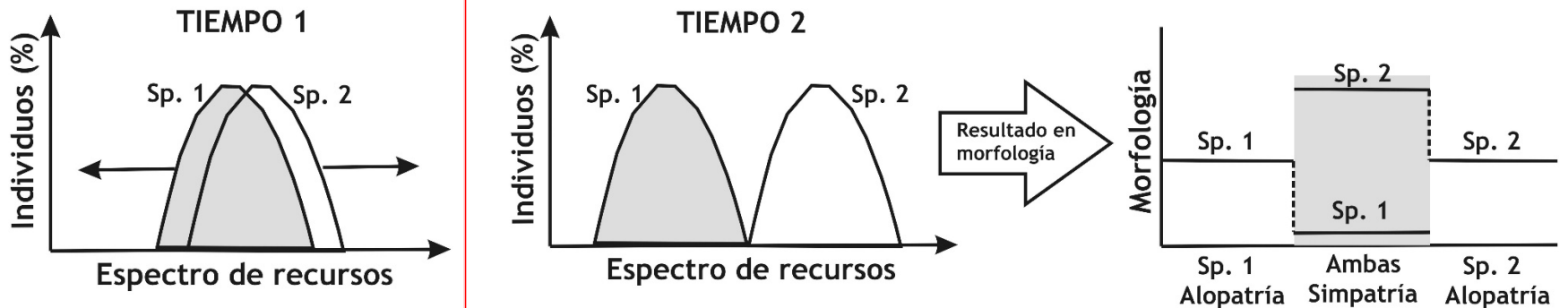


¿Por qué se da la coexistencia?

Cambios evolutivos en la forma de uso o el tipo de recurso que se utiliza

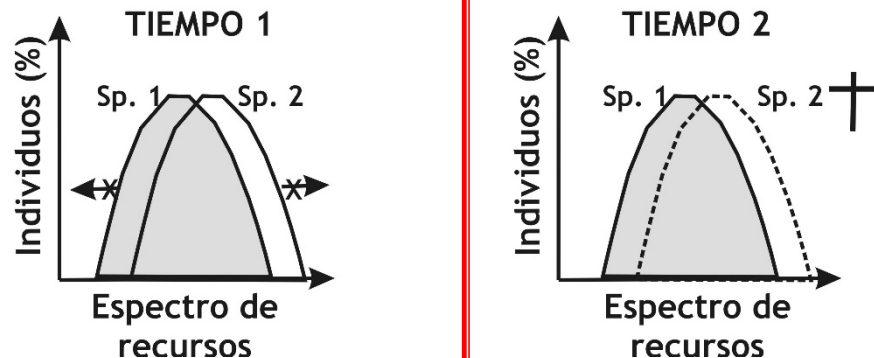
- **Desplazamiento de carácter: coexistencia**

A



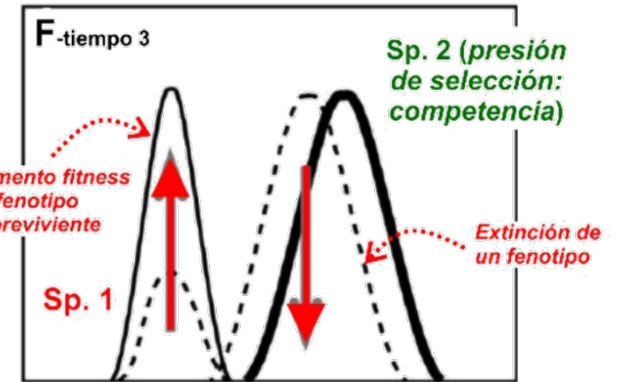
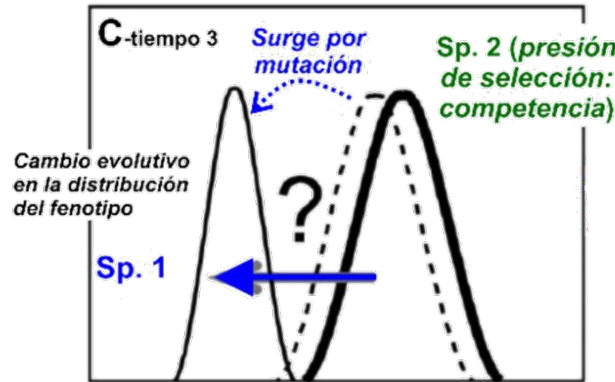
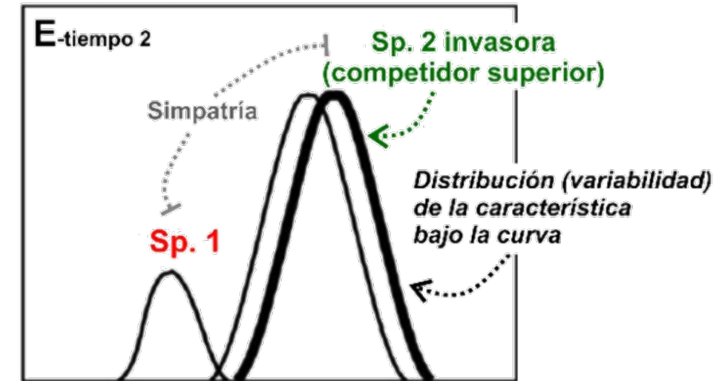
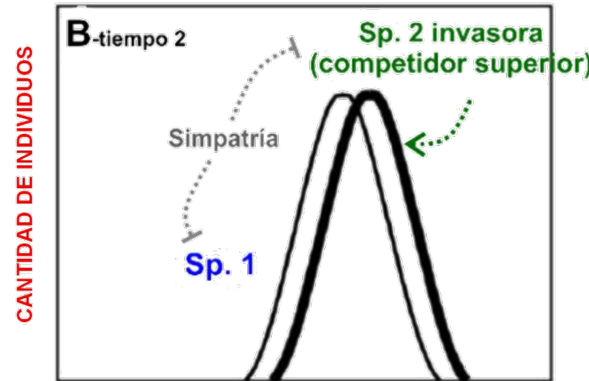
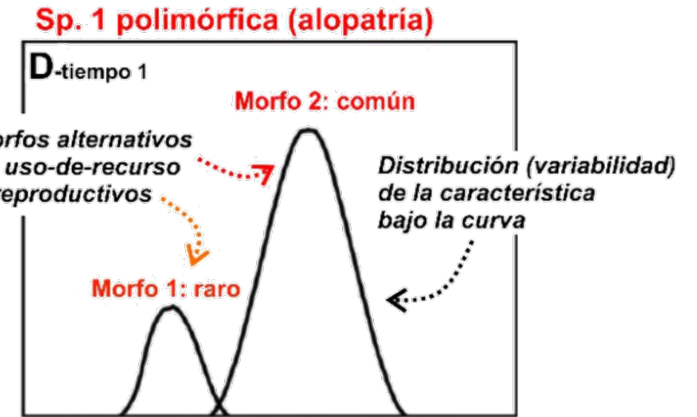
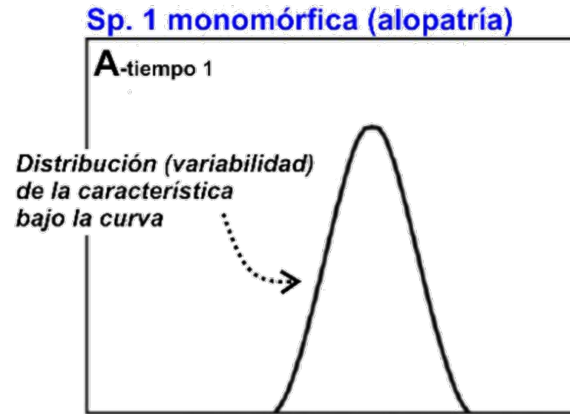
B

- **Exclusión competitiva**



Desplazamiento de caracter =

diferencias en morfología entre dos especies cuando ocurren en **simpatria**, pero no en **alopatria**

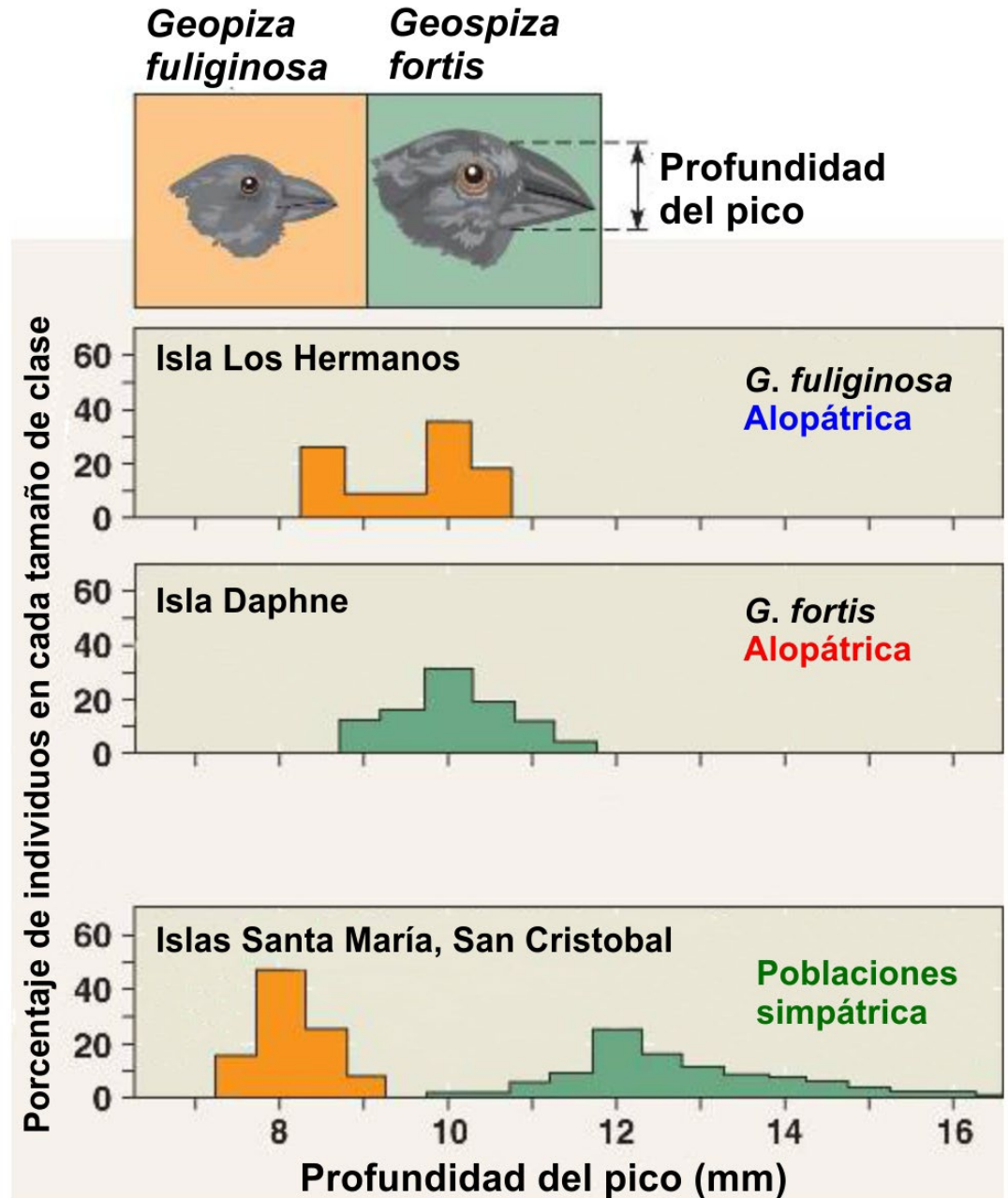


FENOTIPO BAJO SELECCIÓN NATURAL

FENOTIPO BAJO SELECCIÓN NATURAL

Evidencia observacional de competencia interespecífica



Si **dos especies** evolucionan con la **competencia** como fuerza de selección, esta favorece cambios en una o ambas especies que conducen a la partición del recurso (subdivisión del nicho)



Desplazamiento de carácter mediada por el ambiente:

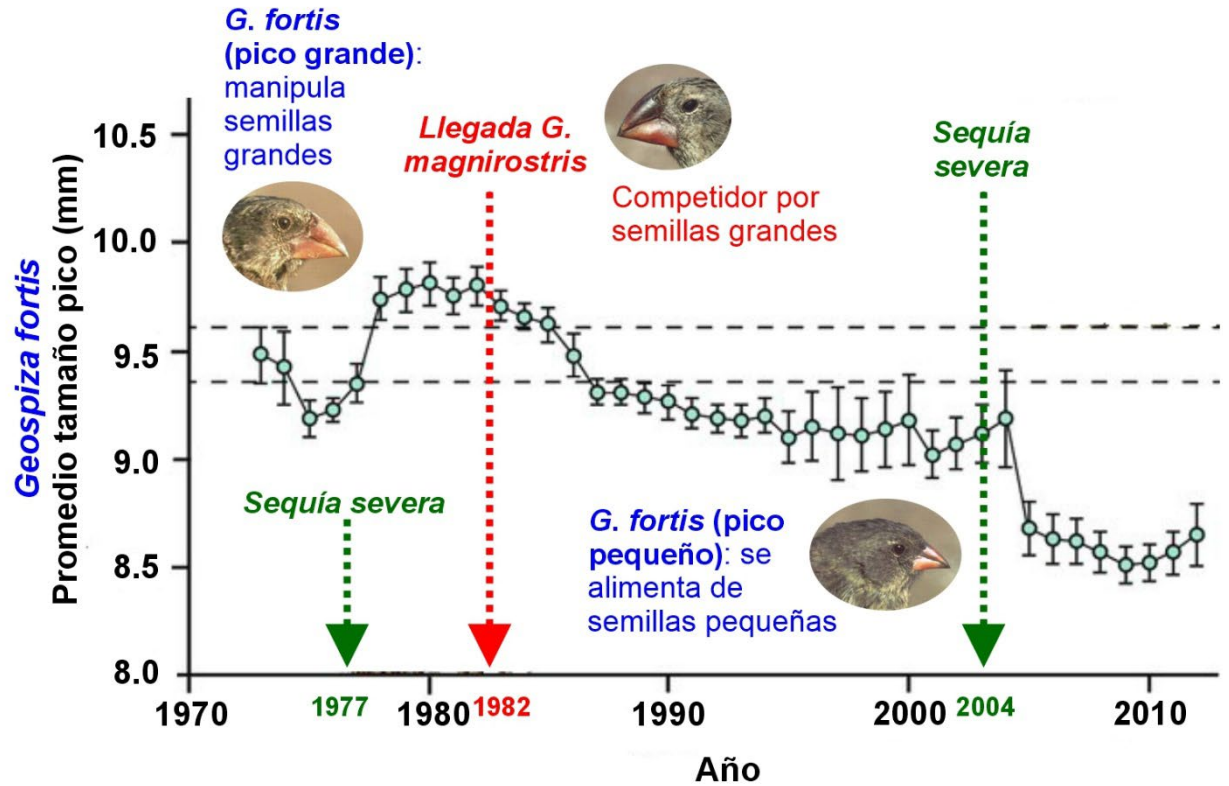
Geospiza fortis en competencia con *G. magnirostris* (Isla Daphne -Galápagos)

Geospiza fortis

Pico grande	Pico pequeño
 <p>A</p>	 <p>B</p>
Adepto manipular semillas grandes	Adepto manipular semillas pequeñas

Geospiza magnirostris

 <p>C</p>
Especializado consumo semillas grandes



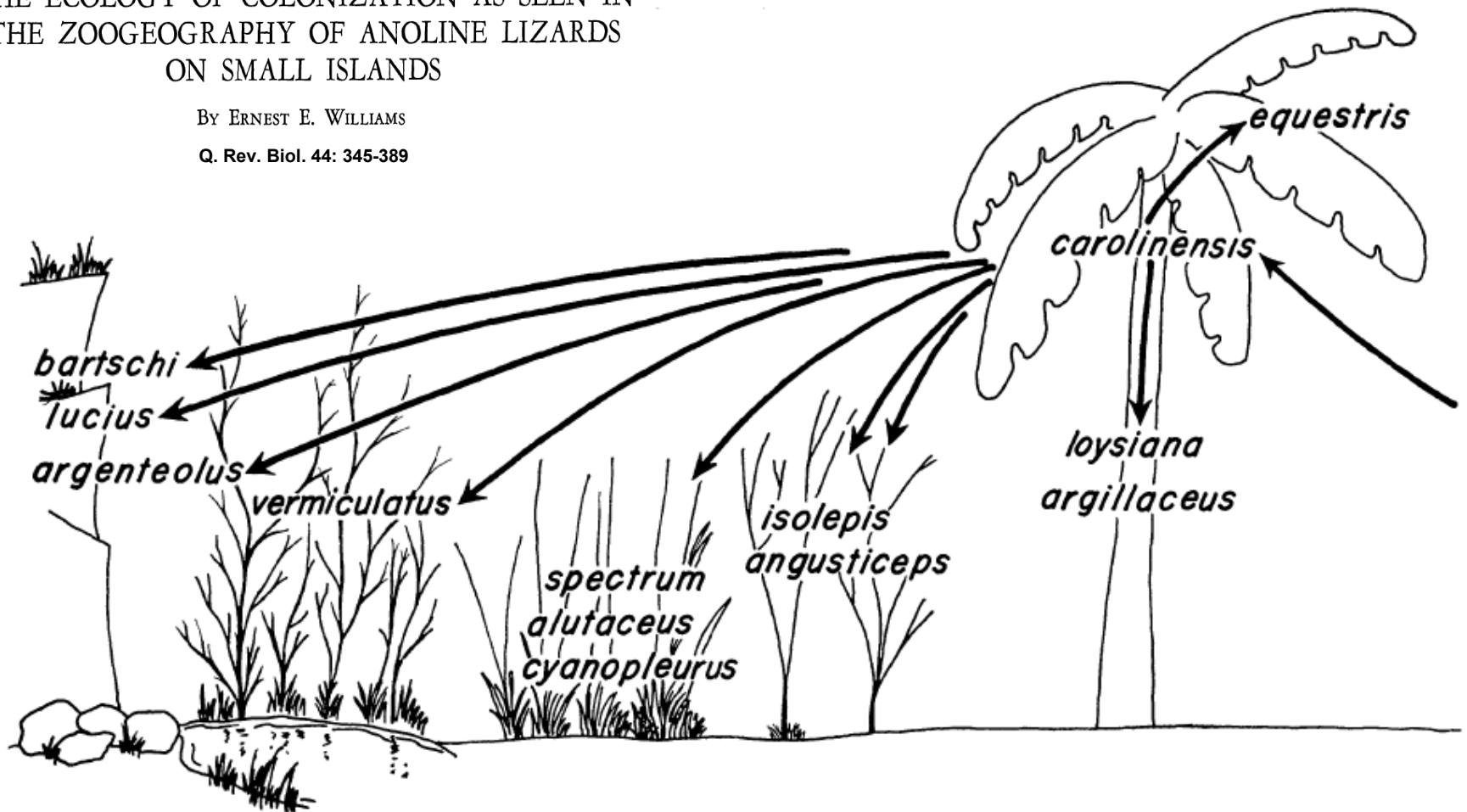
Grant, P.R. & Grant, B.R. 2006. Evolution of character displacement in Darwin's finches. Science 313: 224-226

Evidencia observacional de competencia interespecífica:

THE ECOLOGY OF COLONIZATION AS SEEN IN
THE ZOOGEOGRAPHY OF ANOLINE LIZARDS
ON SMALL ISLANDS

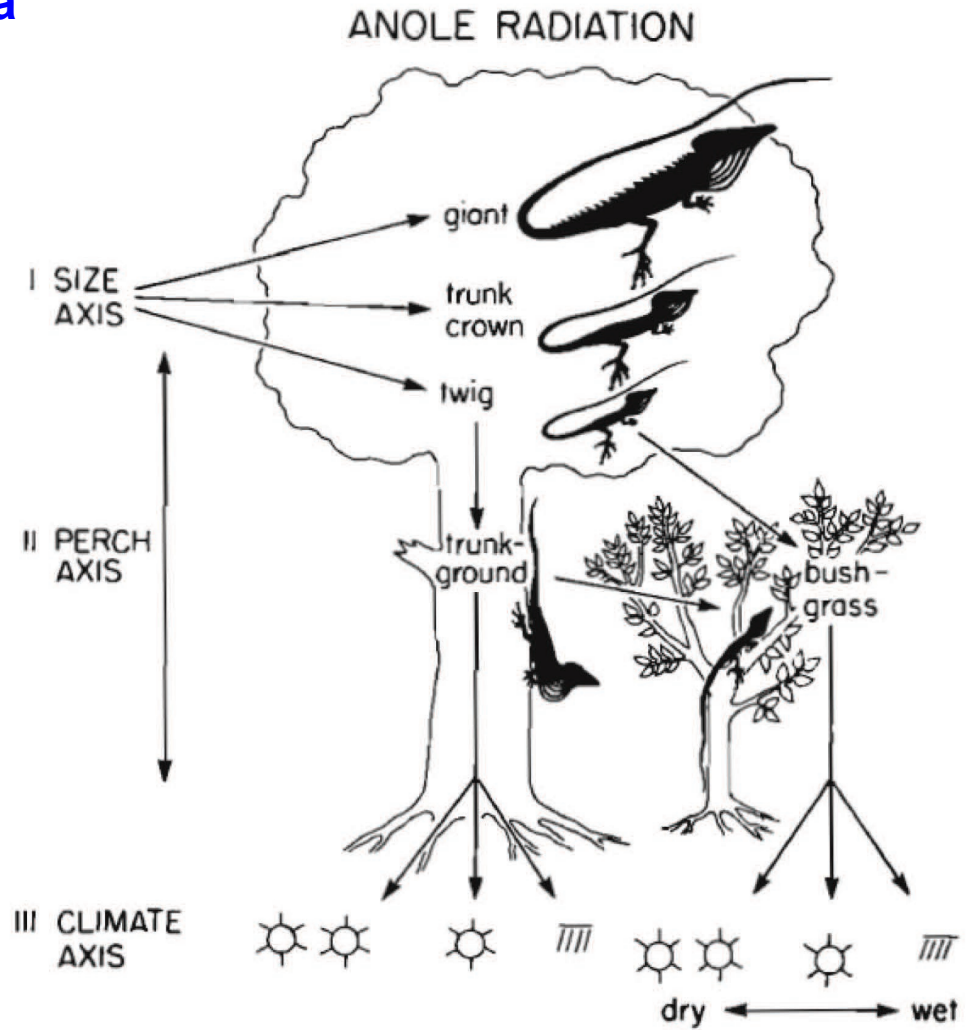
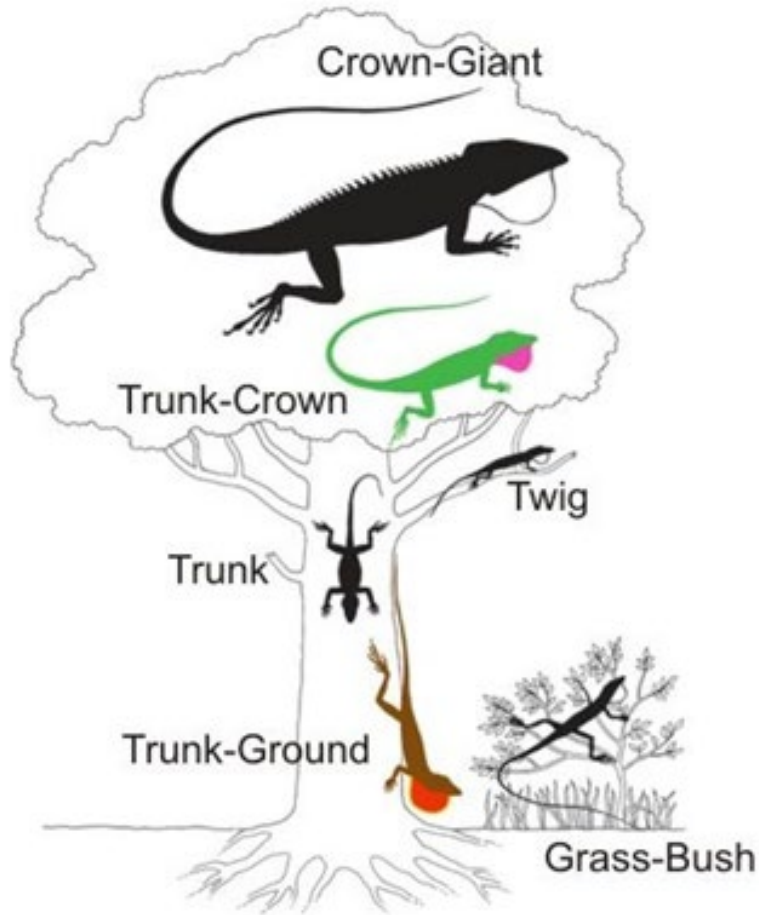
BY ERNEST E. WILLIAMS

Q. Rev. Biol. 44: 345-389



Radiación ecológica de lagartos *Anolis* (grupo *carolinensis*)
en Cuba, direccionada por la escogencia de percha

Ecomorfos en lagartos *Anolis*, definidos por la característica “posición de la percha”

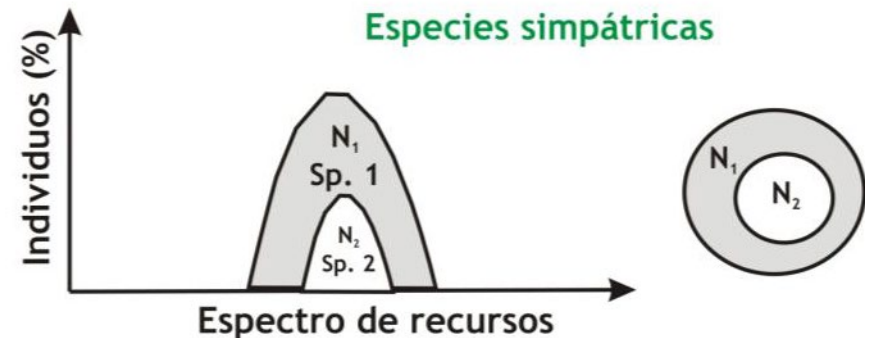
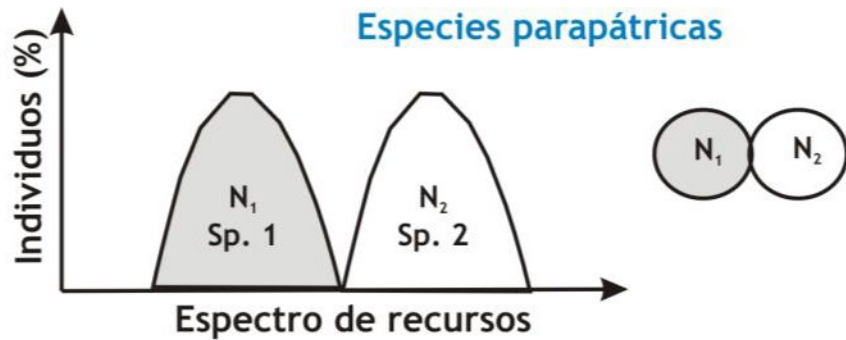
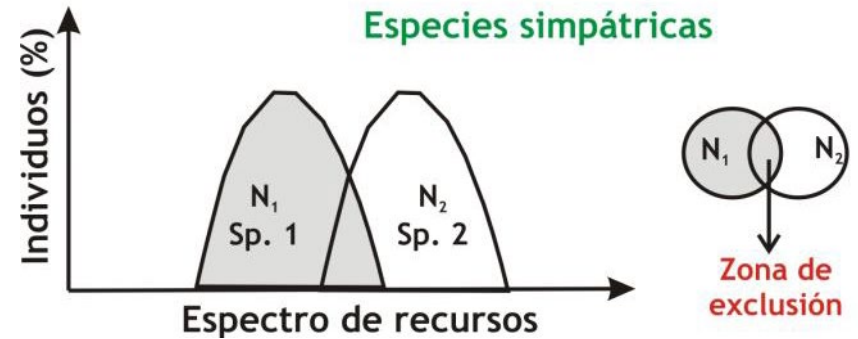
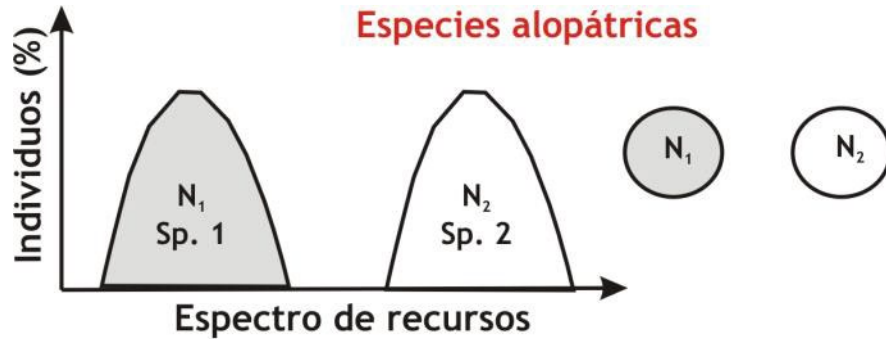


Williams. 1983. Ecomorphs, faunas, island size, and diverse end points in island radiations of *Anolis*. Pp. 326-370. In: Lizard Ecology (Huey, R.B., Pianka, E.R. & Schoener, T.W., ed.). Harvard University Press, Cambridge

Figure 15.2 Ecological axes that appear to be involved in the evolution of *Anolis*. Five of the 6 ecomorphs of Figure 15.1 are shown in characteristic sizes as well as perches.

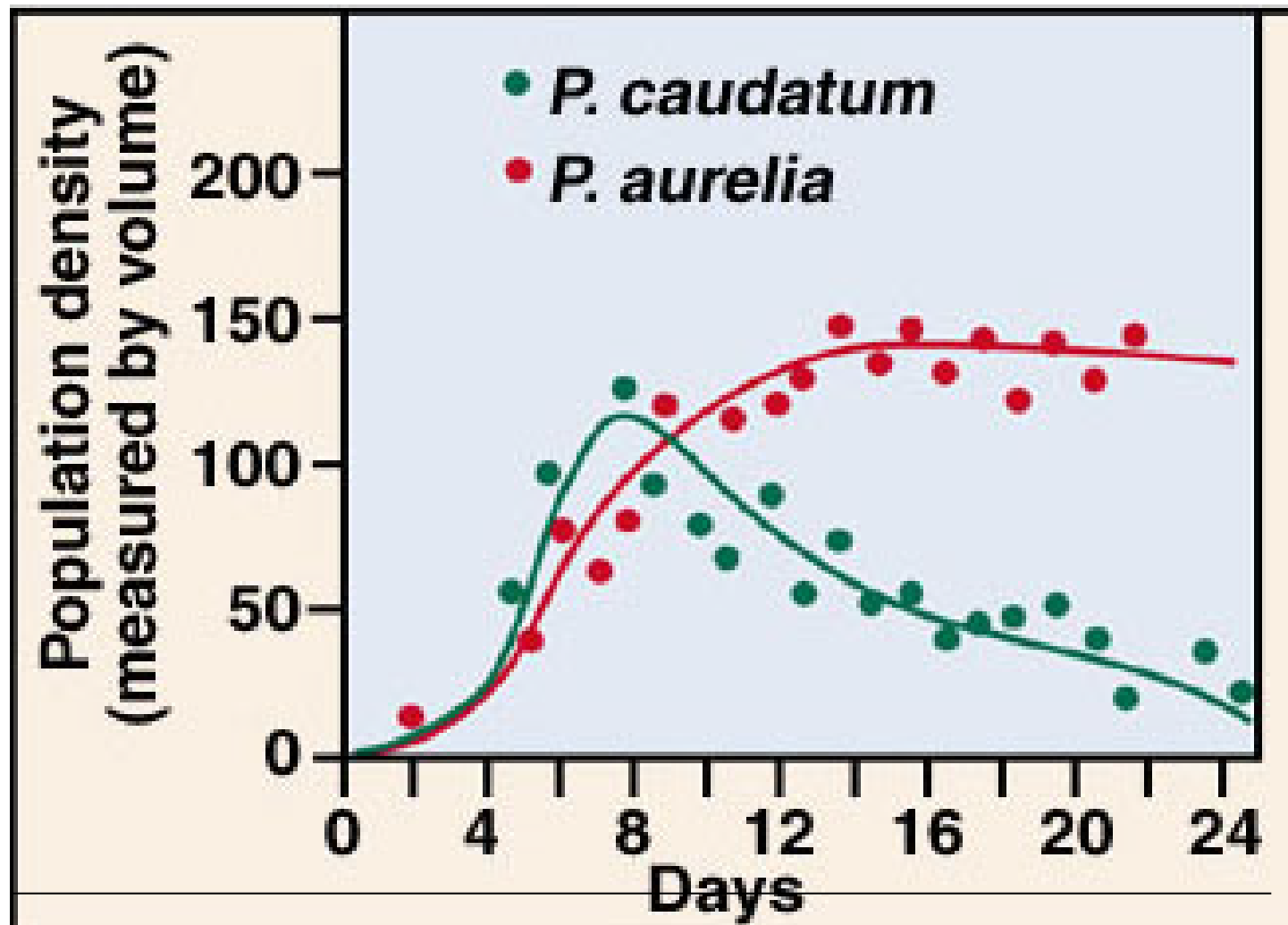
Nichos y distribución

Distintas posibilidades de relaciones de nicho, con modelos de densidad de fitness (como abundancia poblacional; gráficas de campanas); y modelos teóricos de distribución (círculos)



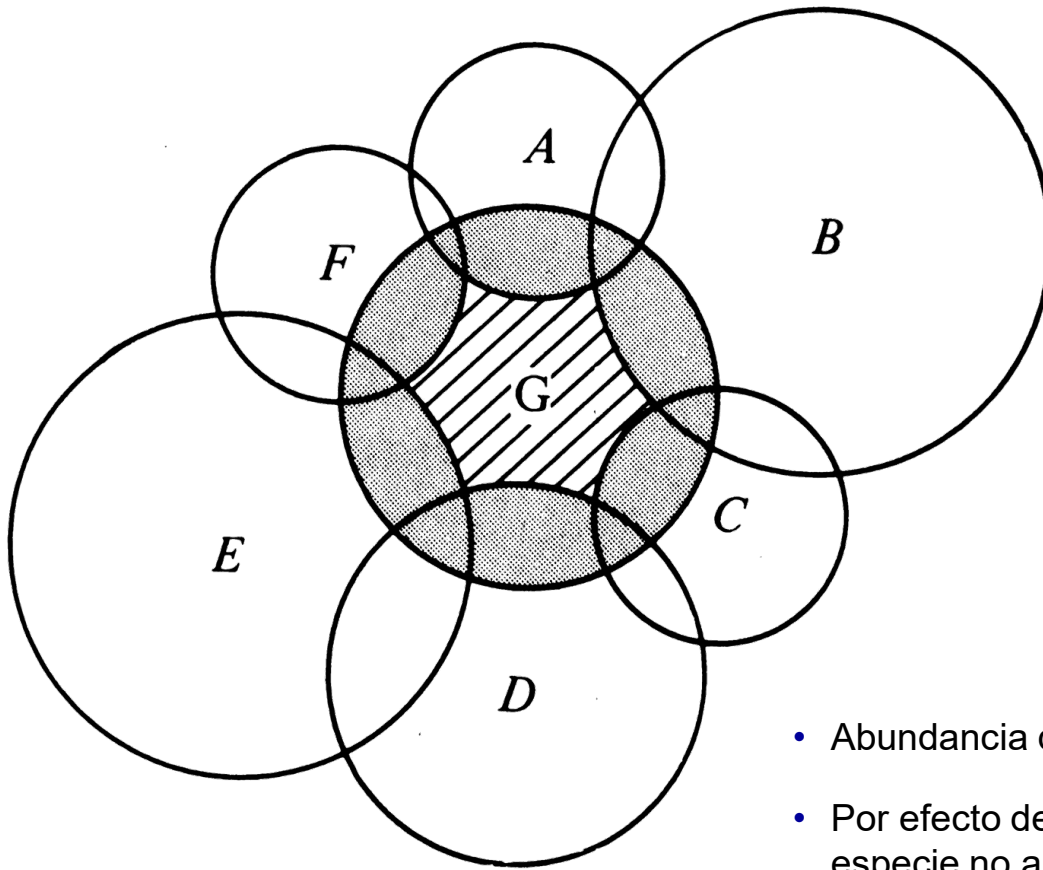
Principio de exclusión competitiva

Si dos especies compiten por un recurso limitado, la especie que lo utiliza más eficientemente conducirá a la otra especie a la extinción local



Cuando hay superposición de nichos (especies 1 y 2)

- Nichos efectivos (= realizados) de cada especie se ven disminuidos



- Abundancia de cada población está por debajo de K
- Por efecto de la competencia por recursos, cada especie no alcanza su capacidad de carga

Modelando competencia interespecífica

- Partiendo del modelo logístico de crecimiento poblacional para una especie

- $dN/dt = rN * (K-N)/K$; N/K : efecto de la competencia intraespecífica

- Como son dos poblaciones que se evalúan:

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

$$dN_2/dt = r_2 N_2 * (K_2 - N_2) / K_2$$

Dado que otras especies compiten también por los recursos:

- Lotka-Volterra incluyeron los efectos de la competencia interespecífica sobre el crecimiento de la población

$$dN_1/dt = r_1 N_1 * [(K_1 - N_1 - \alpha_{12} N_2) / K_1]$$

$$dN_2/dt = r_2 N_2 * [(K_2 - N_2 - \beta_{21} N_1) / K_2]$$

Efecto de competencia interespecífica

- $\alpha_{12} N_2$
- $\beta_{21} N_1$

Ecuaciones incorporan los coeficientes de competencia para cada especie (α y β)

¿Qué son los coeficientes de competencia α y β ?

α_{12} : coeficiente de competencia de la especie 2 sobre especie 1

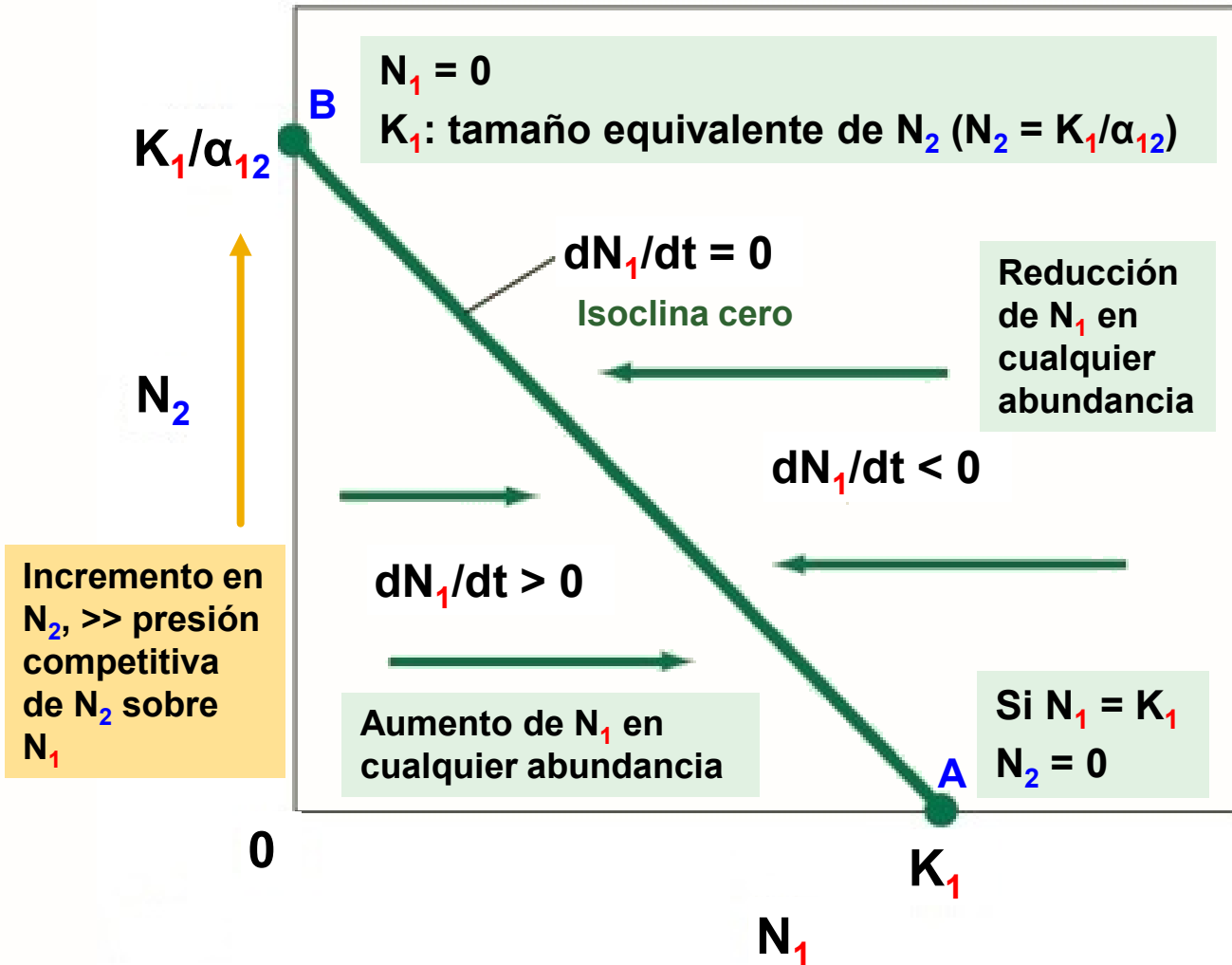
- Efecto inhibitorio de un individuo de la especie 2 sobre el crecimiento poblacional de la especie 1

β_{21} : coeficiente de competencia de la especie 1 sobre especie 2

- Efecto inhibitorio de un individuo de la especie 1 sobre el crecimiento poblacional de la especie 2

Conocer la magnitud de los efectos: entendiendo las isoclinas cero

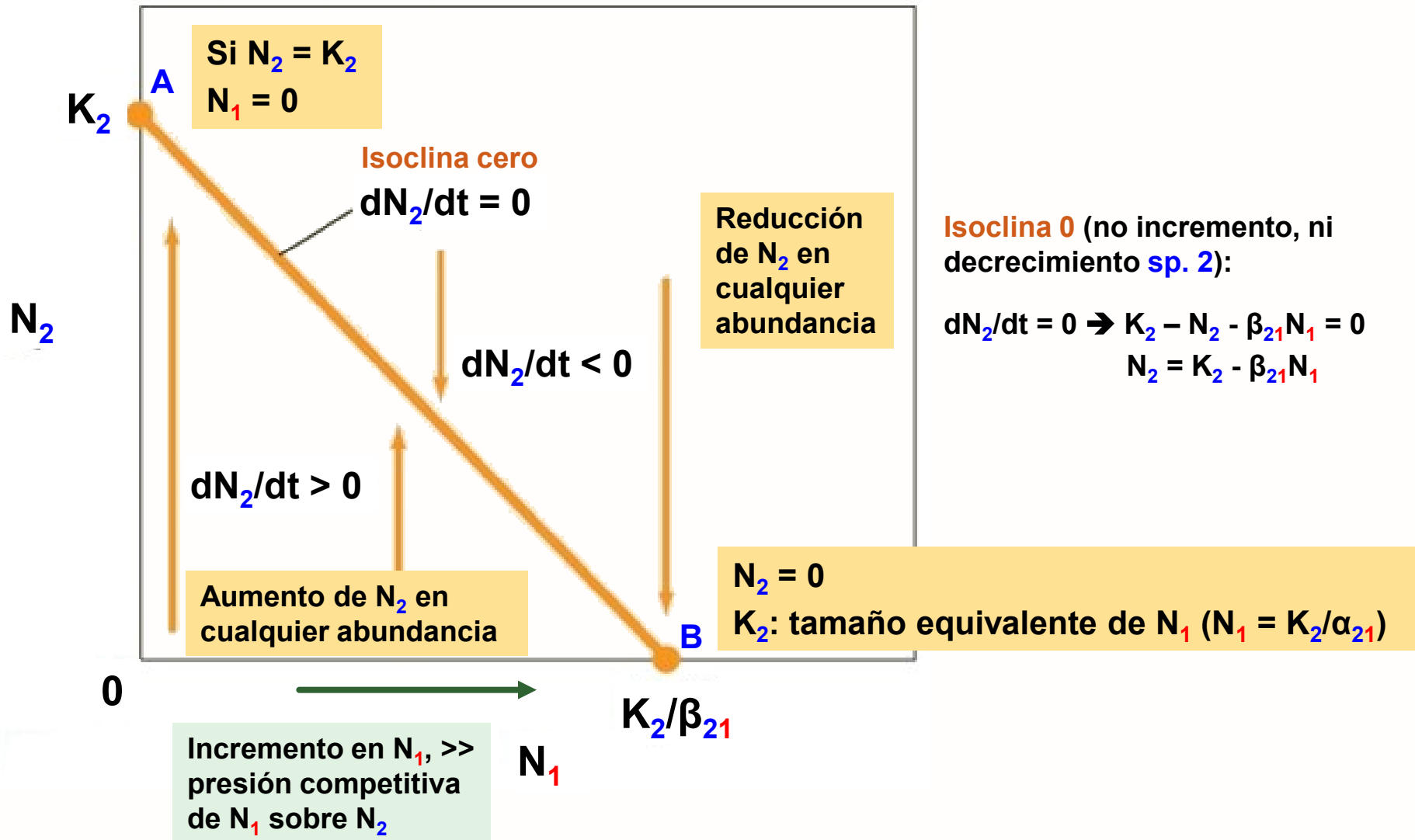
Comportamiento del crecimiento de la población N_1



Isoclina 0 (no incremento, ni decrecimiento **sp. 1**):

$$dN_1/dt = 0$$
$$K_1 - N_1 - \alpha_{12}N_2 = 0$$
$$N_1 = K_1 - \alpha_{12}N_2$$

Comportamiento del crecimiento de la población N_2



¿Cómo conocer la magnitud de los efectos?

Factorizando las ecuaciones

Especie 1

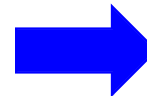
$$dN_1/dt = r_1 N_1 * (K_1 - N_1 - \alpha_{12} N_2) / K_1$$



- $N_1 = \alpha_{12} N_2$
- $K_1 = \alpha_{12} K_2$

Especie 2

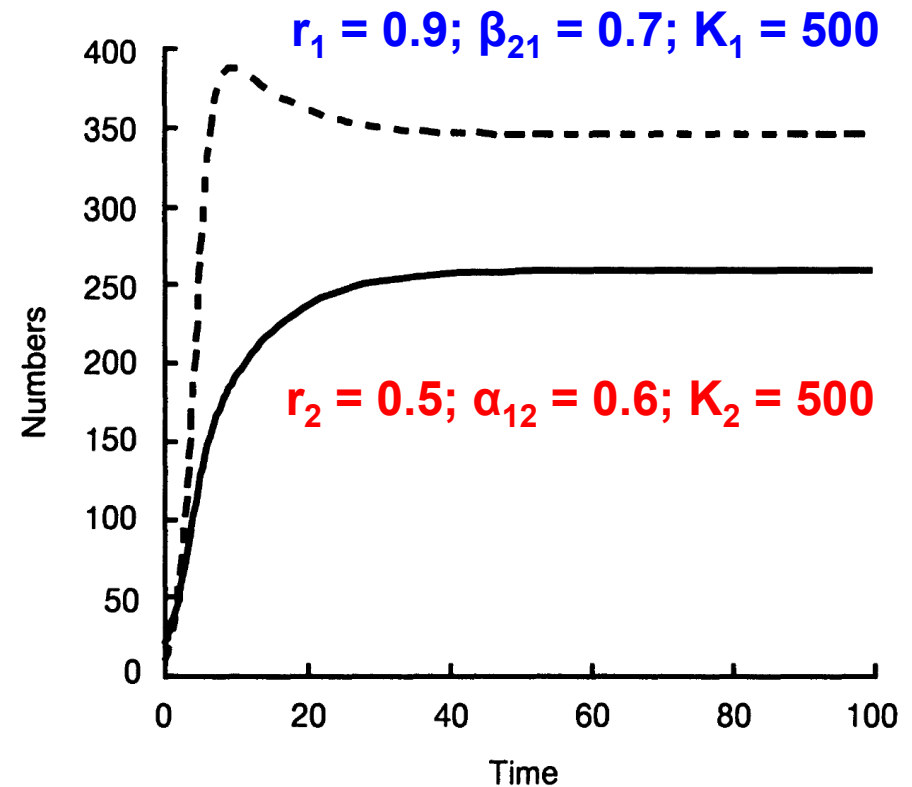
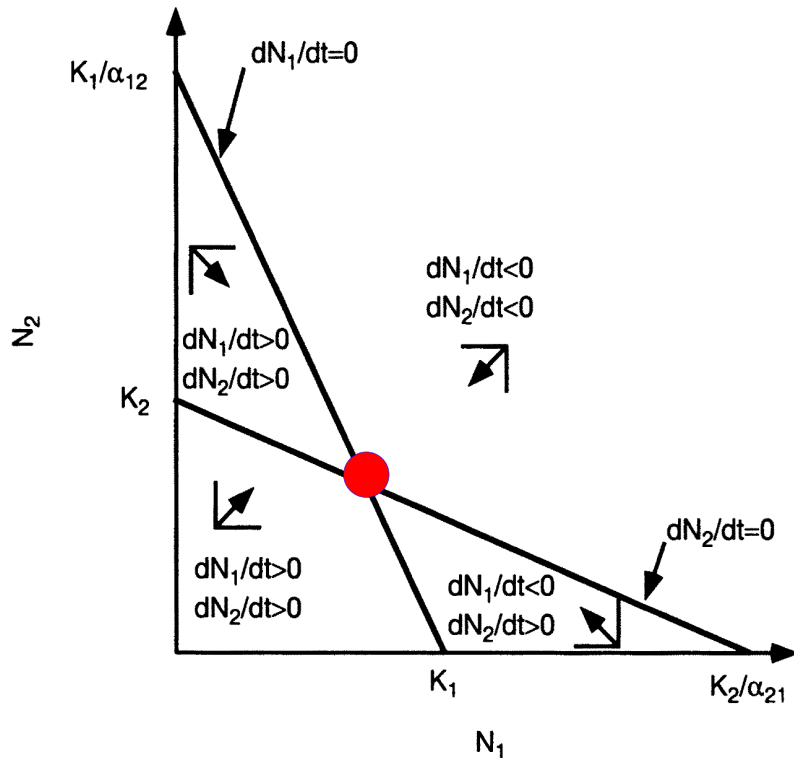
$$dN_2/dt = r_2 N_2 * (K_2 - N_2 - \beta_{21} N_1) / K_2$$



- $N_2 = \beta_{21} N_1$
- $K_2 = \beta_{21} K_1$

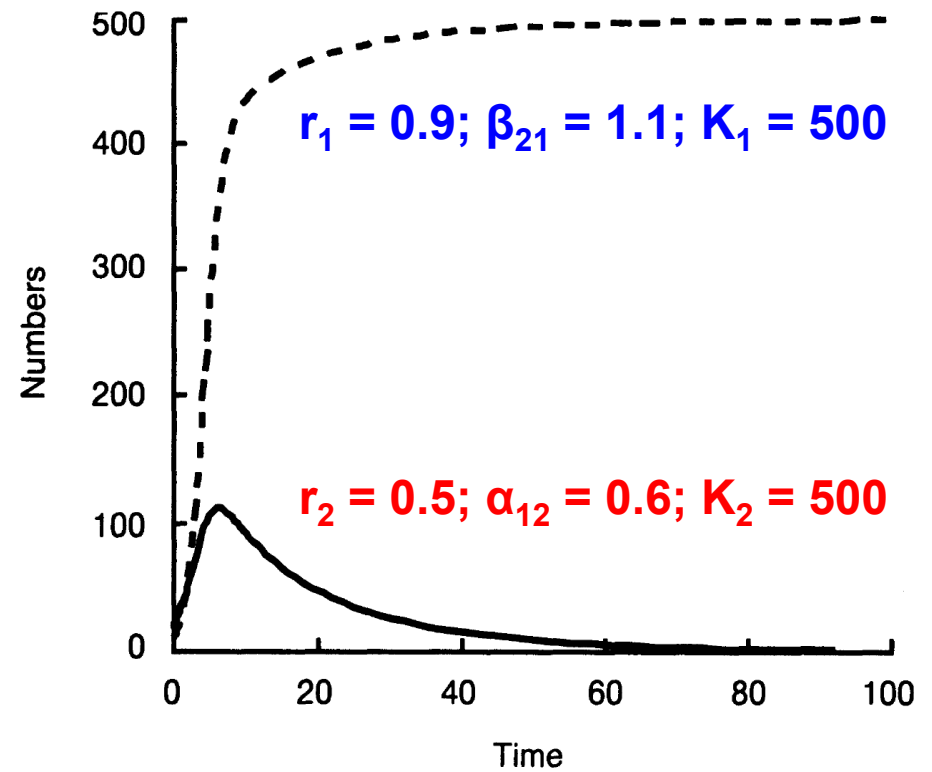
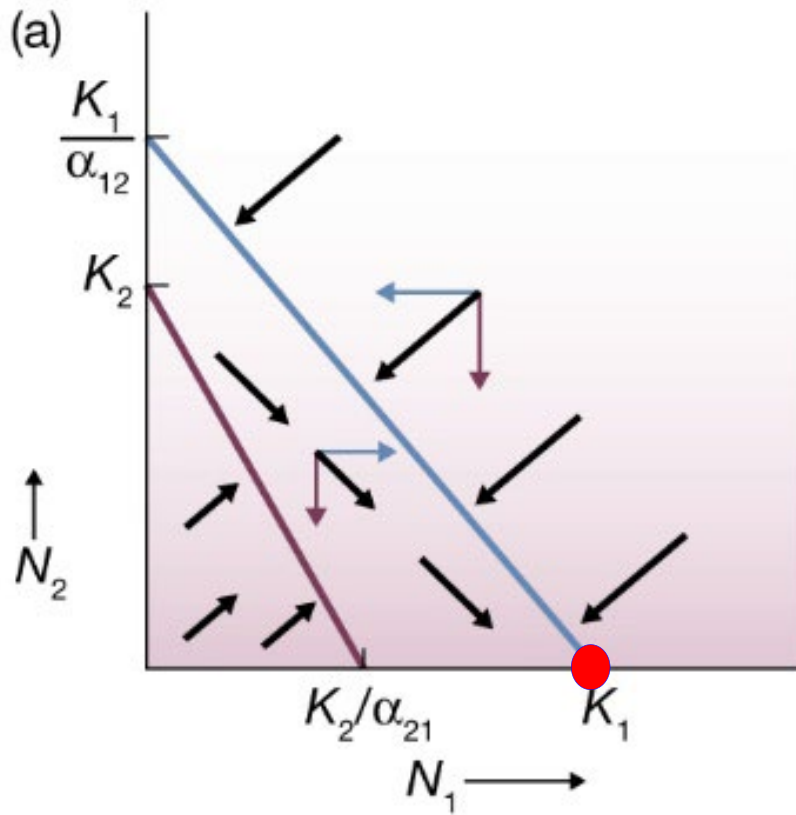
Resultados de competencia generados por las ecuaciones de competencia de Lotka-Volterra

Coexistencia



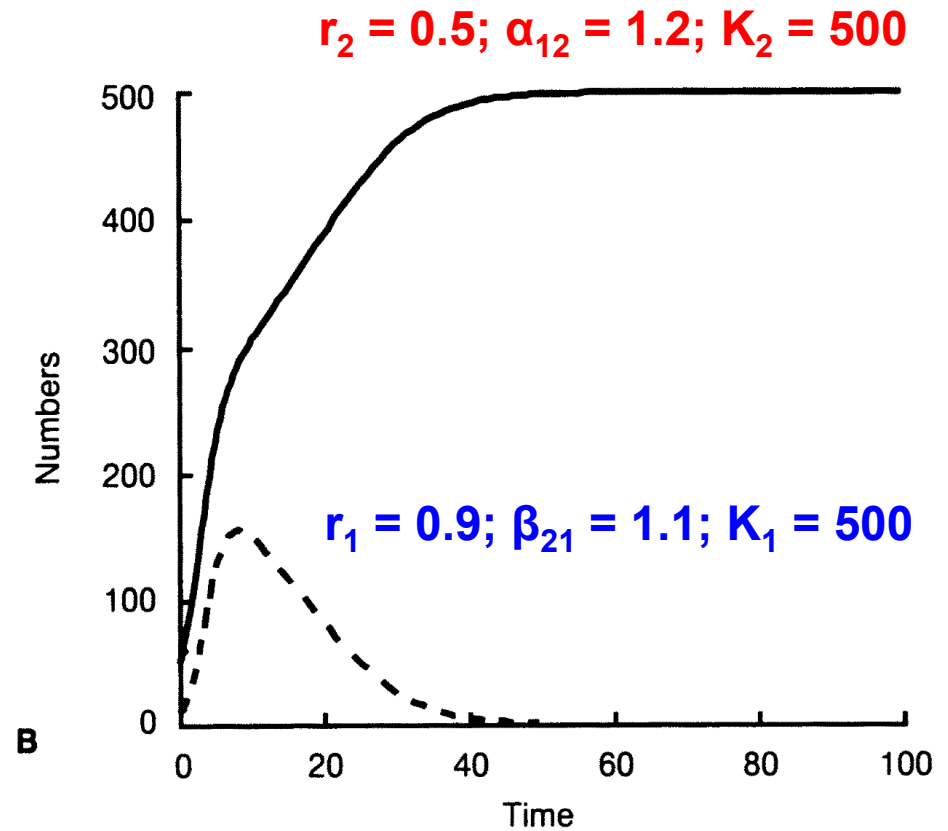
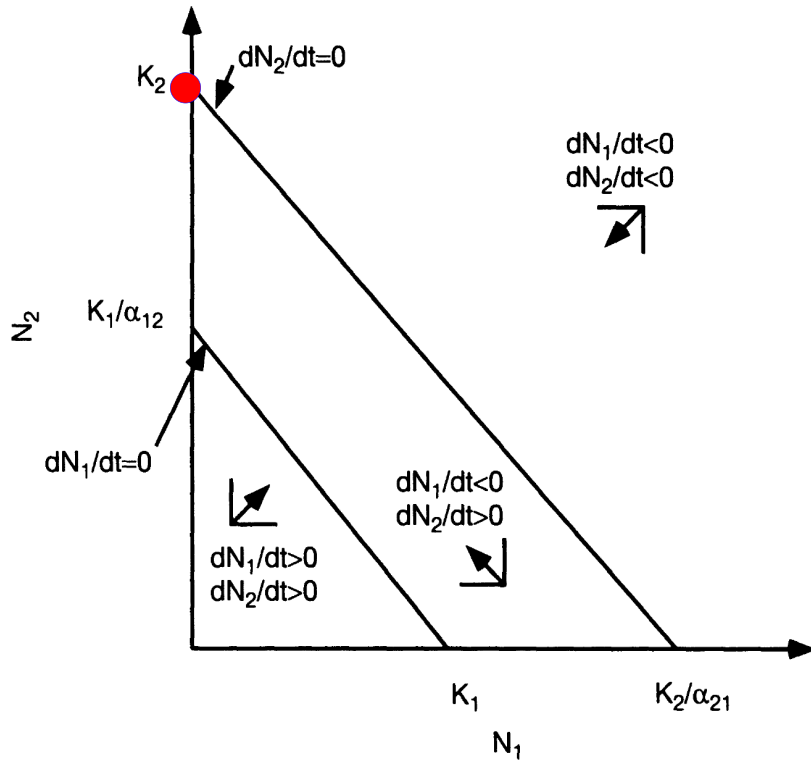
En la gráfica
 $\alpha_{21} = \beta_{21}$

Gana Especie 1

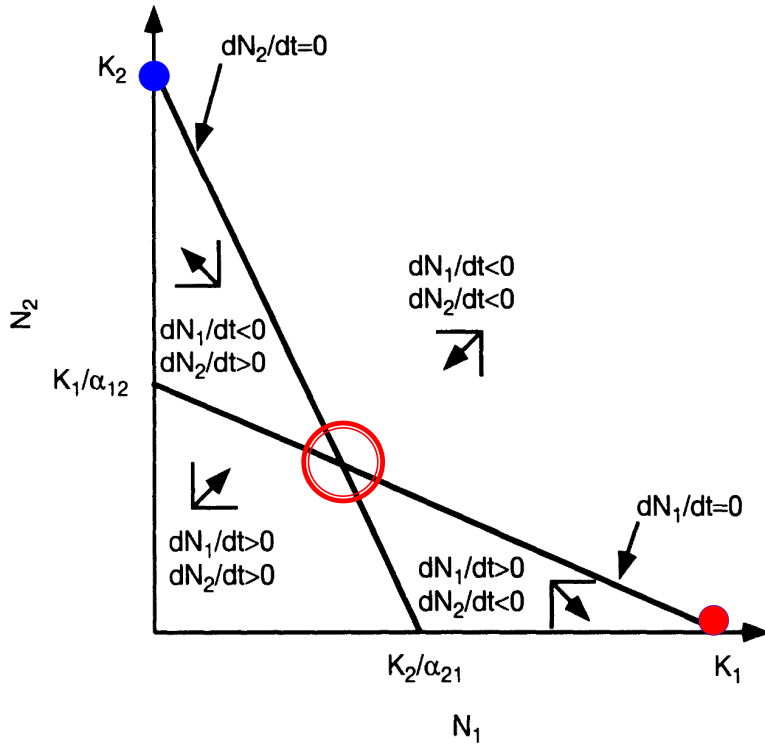


En la gráfica
 $\alpha_{21} = \beta_{21}$

Gana Especie 2



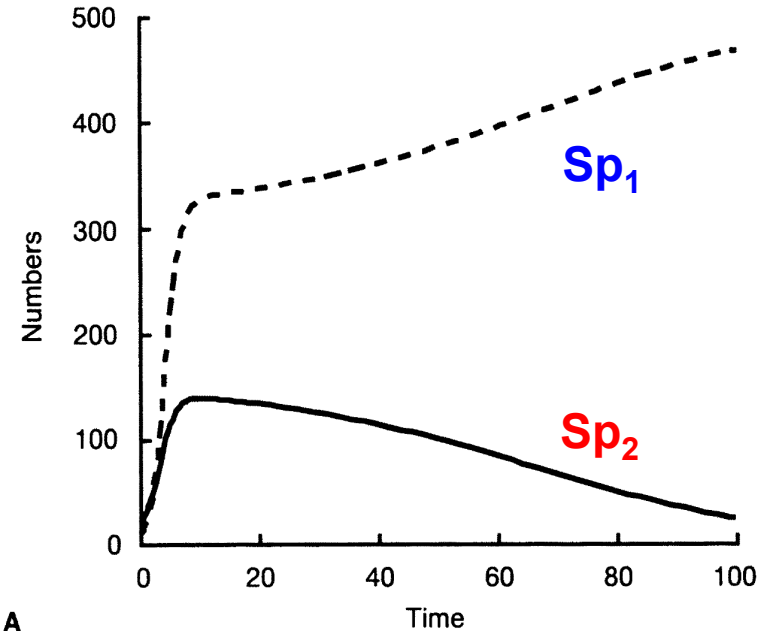
Equilibrio inestable



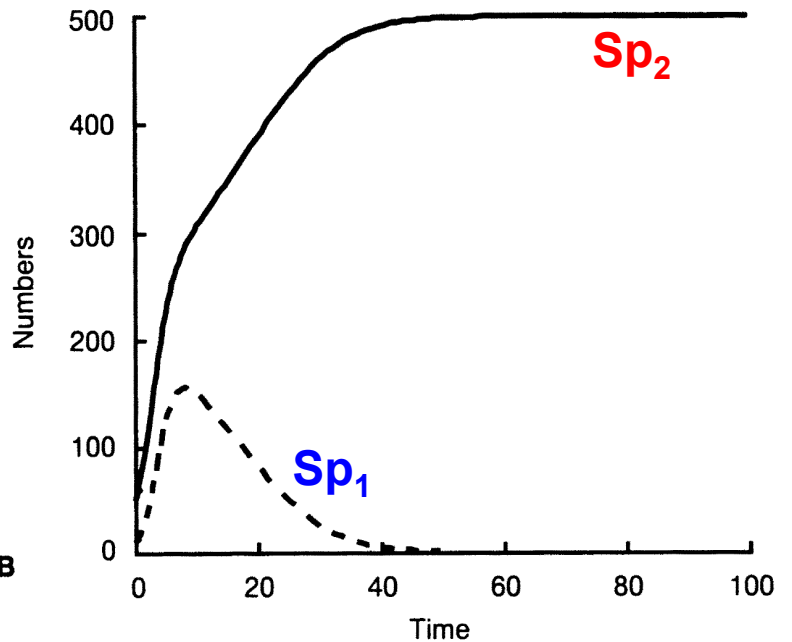
$r_1 = 0.9; \beta_{21} = 1.1; K_1 = 500$

$r_2 = 0.5; \alpha_{12} = 1.2; K_2 = 500$

En la gráfica
 $\alpha_{21} = \beta_{21}$

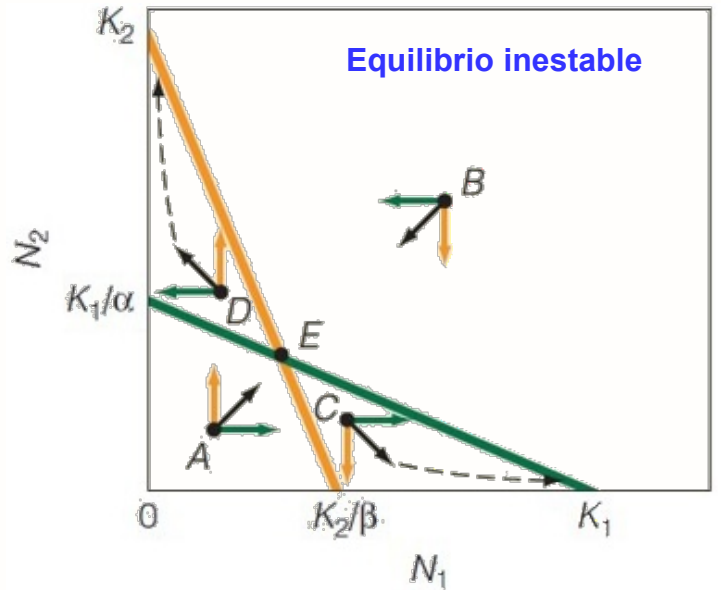
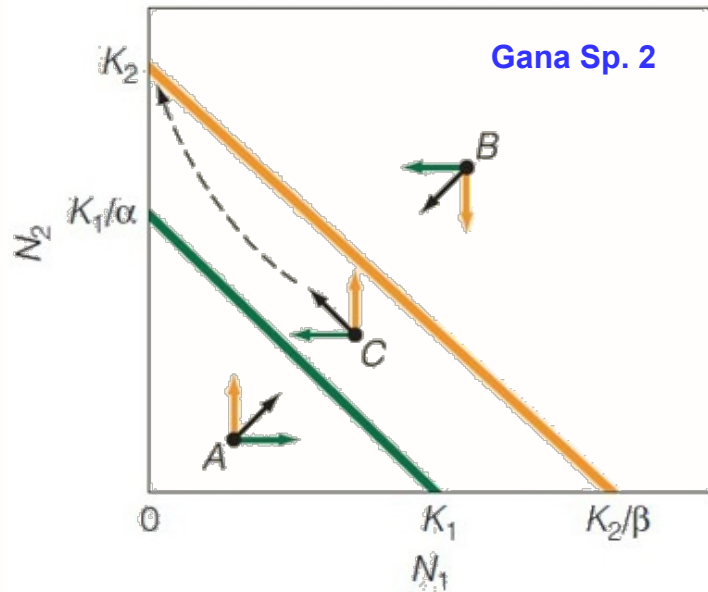
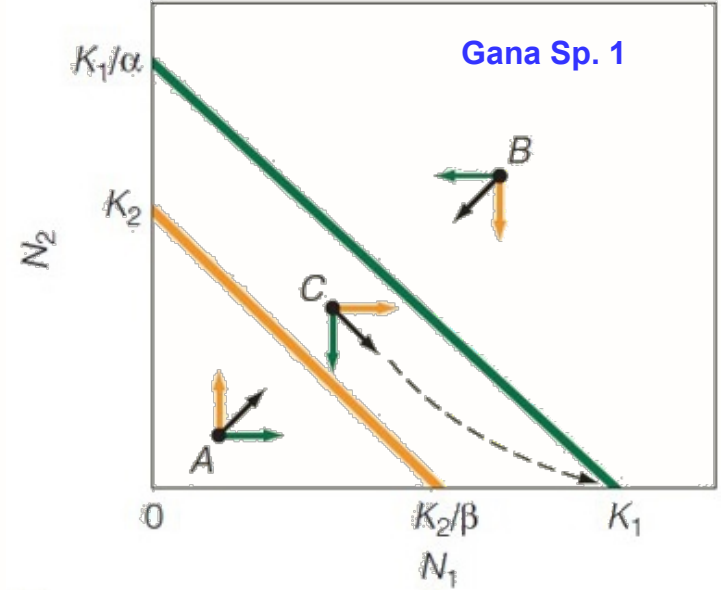
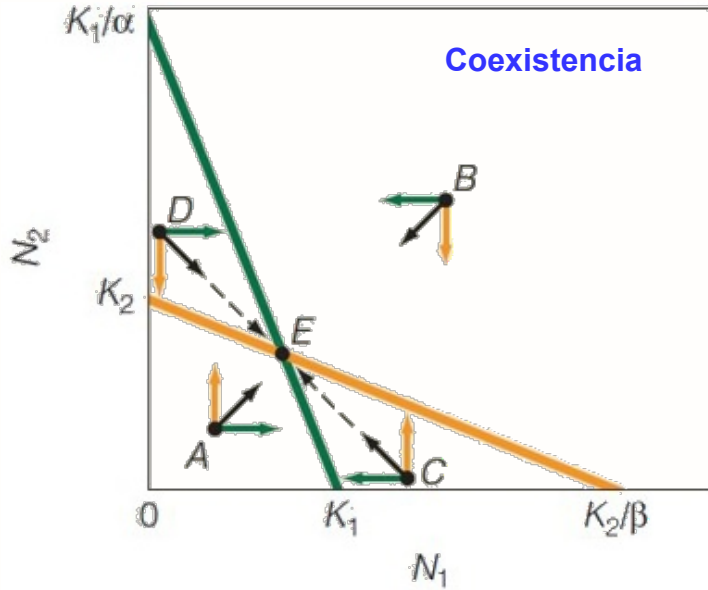


A



B

Resultados de competencia (resumen)



Evidenciando coexistencia o exclusión

			ESPECIE 1	
			PIERDE	GANA
			$K_1 < K_2/\beta_{21}$	$K_1 > K_2/\beta_{21}$
ESPECIE 2	PIERDE	$K_2 < K_1/\alpha_{12}$	Coexistencia	Sp. 1 desplaza Sp. 2
	GANA	$K_2 > K_1/\alpha_{12}$	Sp. 2 desplaza Sp. 1	Equilibrio inestable