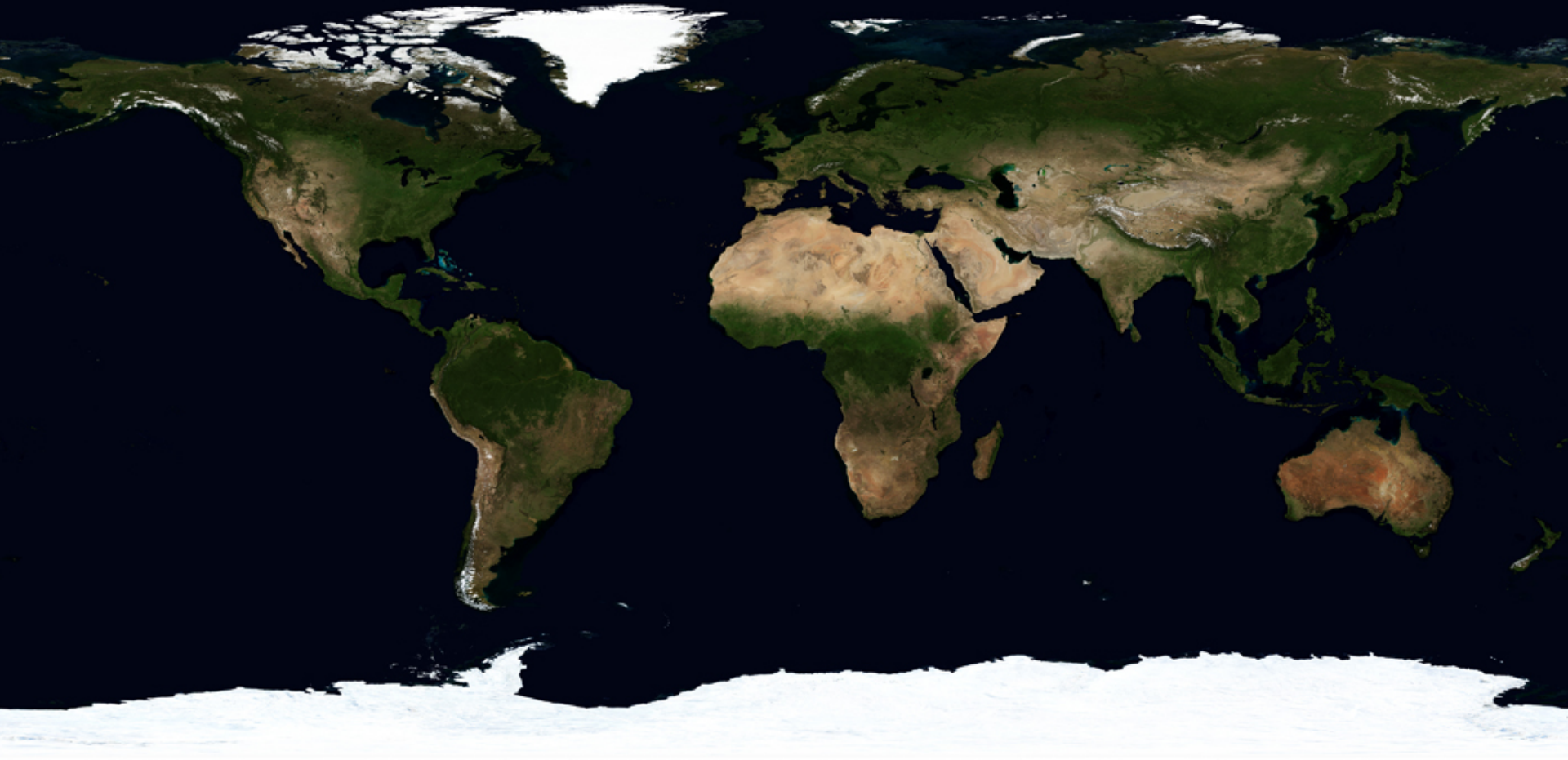


Ecología de Comunidades

Clase 13



Depredación

Cualquier acto de consumo
de un organismo por otro
organismo

(+, -)

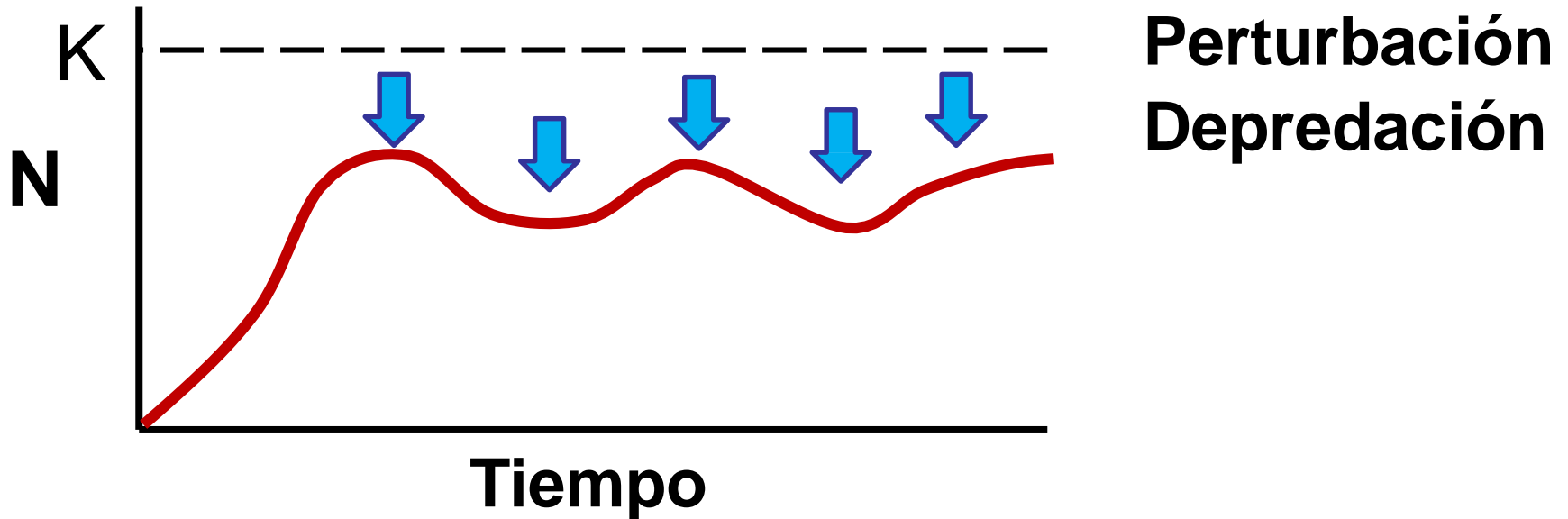


¡No todos los “depredadores” e interacciones tróficas son iguales!

		Número de víctimas atacadas por estadio			
		= 1 (parásitos)			> 1 (depredadores)
		¿La muerte del hospedero es necesaria?			
		No	Si		
Reproducción de la víctima	>0	<div>Parásito típico</div> <div>Patógeno</div>	<div>Parásito típico transmitido tróficamente</div> <div>Patógeno transmitido tróficamente</div>	<div>Microdepredador</div>	
	=0	<div>Castrador parasítico</div>	<div>Castrador parasítico transmitido tróficamente</div> <div>Parasitoide</div>	<div>Depredador social</div> <div>Depredador solitario</div>	

(Lafferty y Kuris 2002)

Fuerzas reductoras



¿En qué difiere la depredación de la perturbación?

¿Cómo es que la depredación afecta las características de las comunidades?

- **Vamos a considerar solo 2 niveles tróficos**
- **Un modelo simple de depredador-presa:**

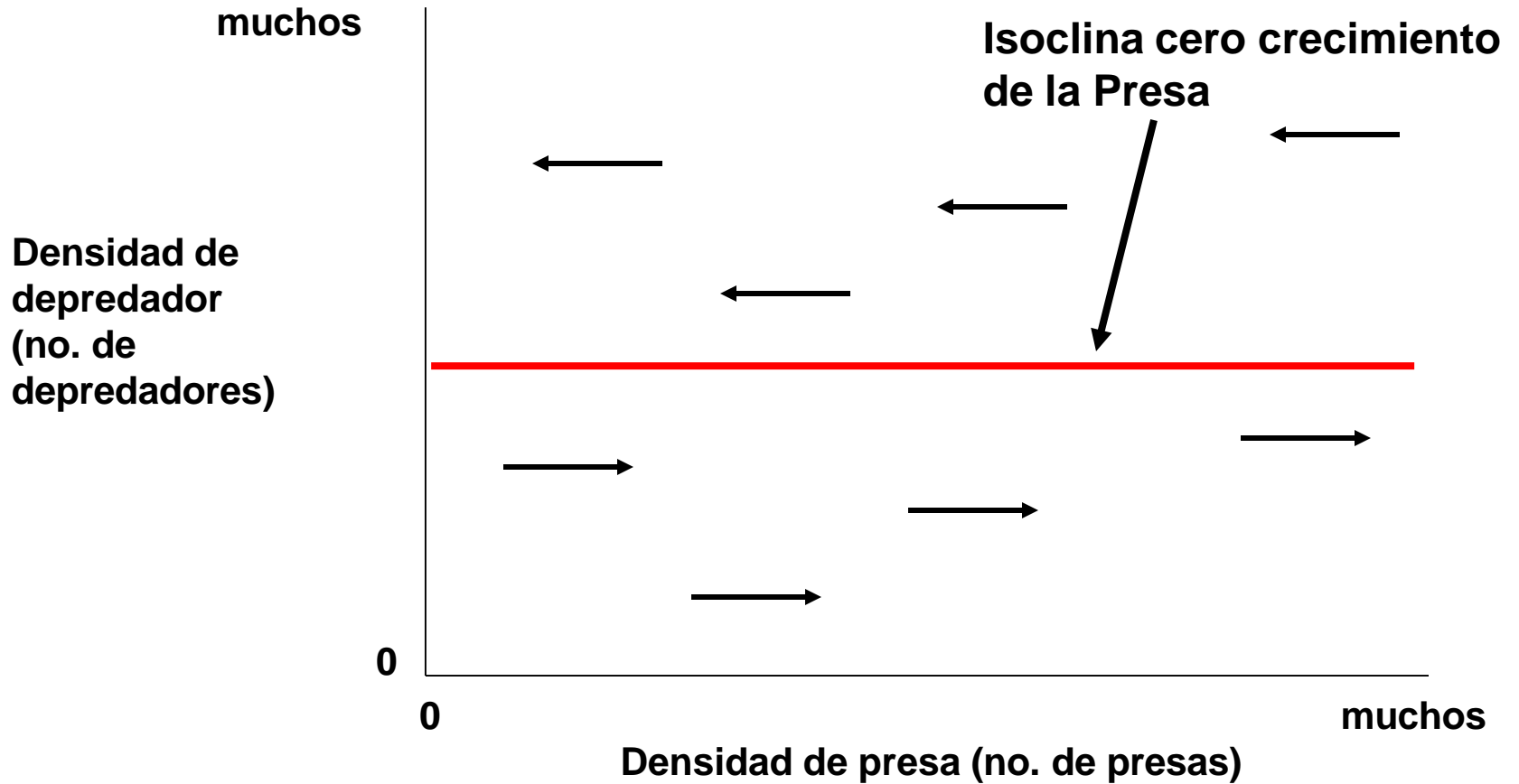
Rosenzweig and MacArthur (1963)

Otra vez...

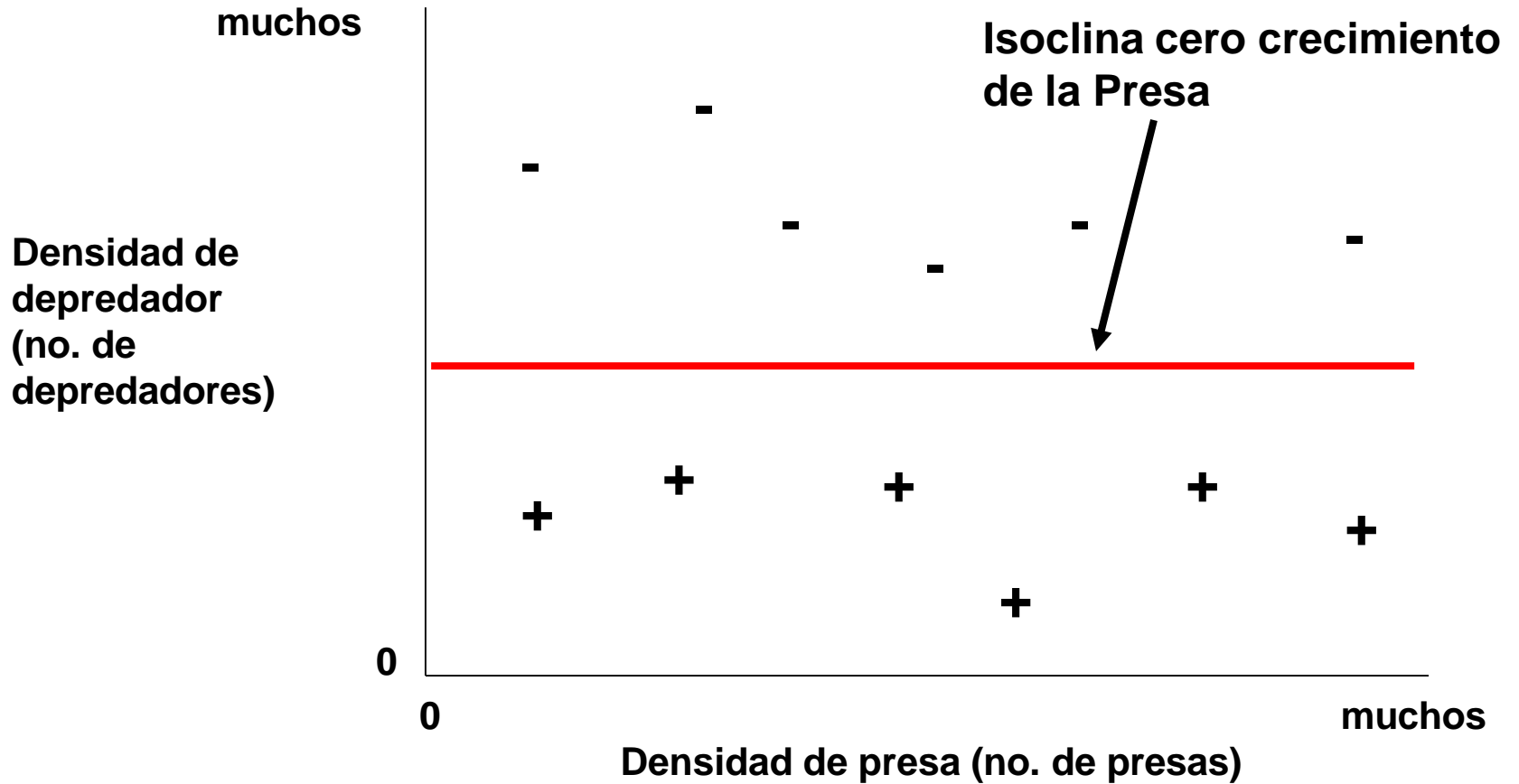
Gráficas Estado-Espacio

“State-Space Graphs”

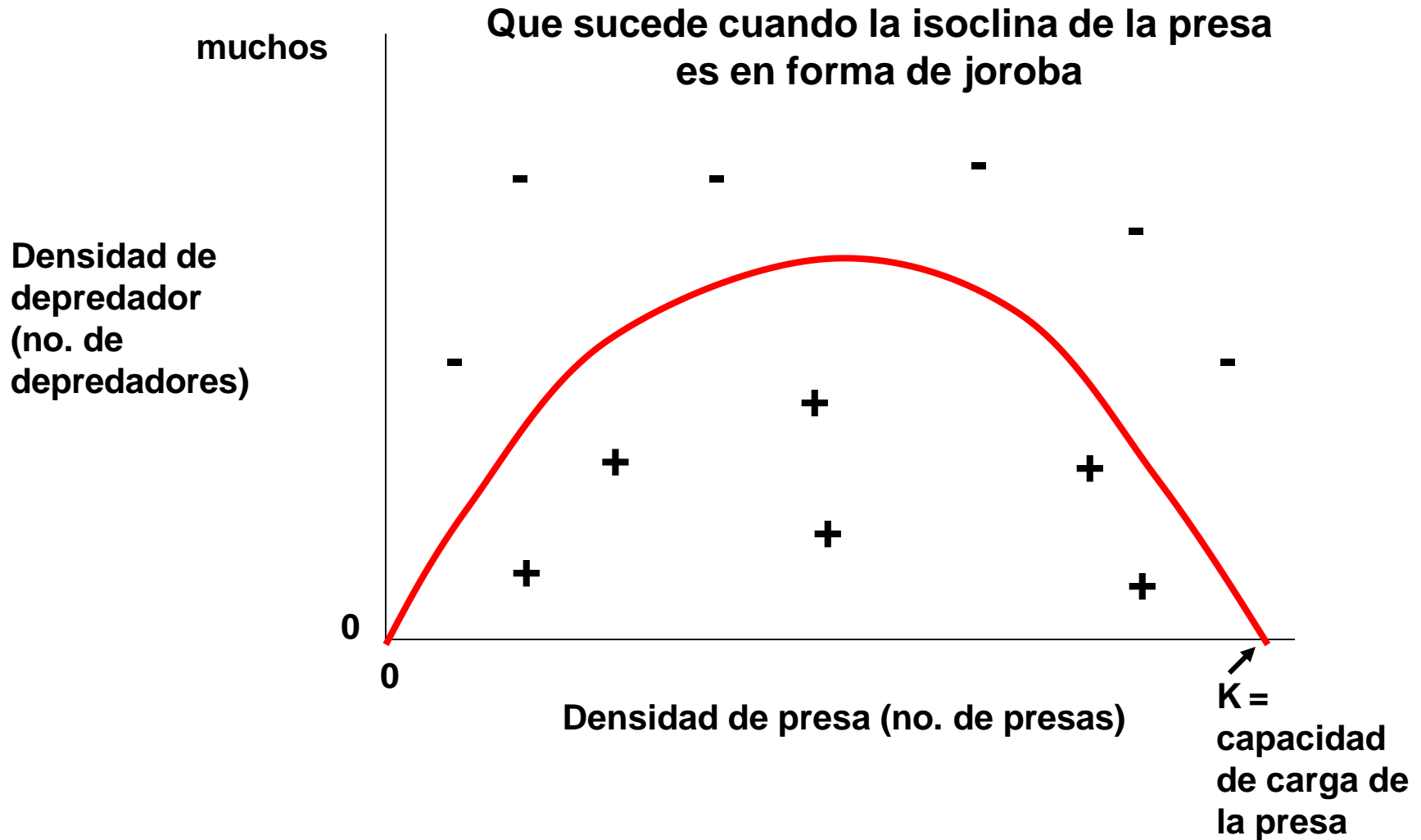
¿Cuándo la población de la presa crece? y cuándo declina?



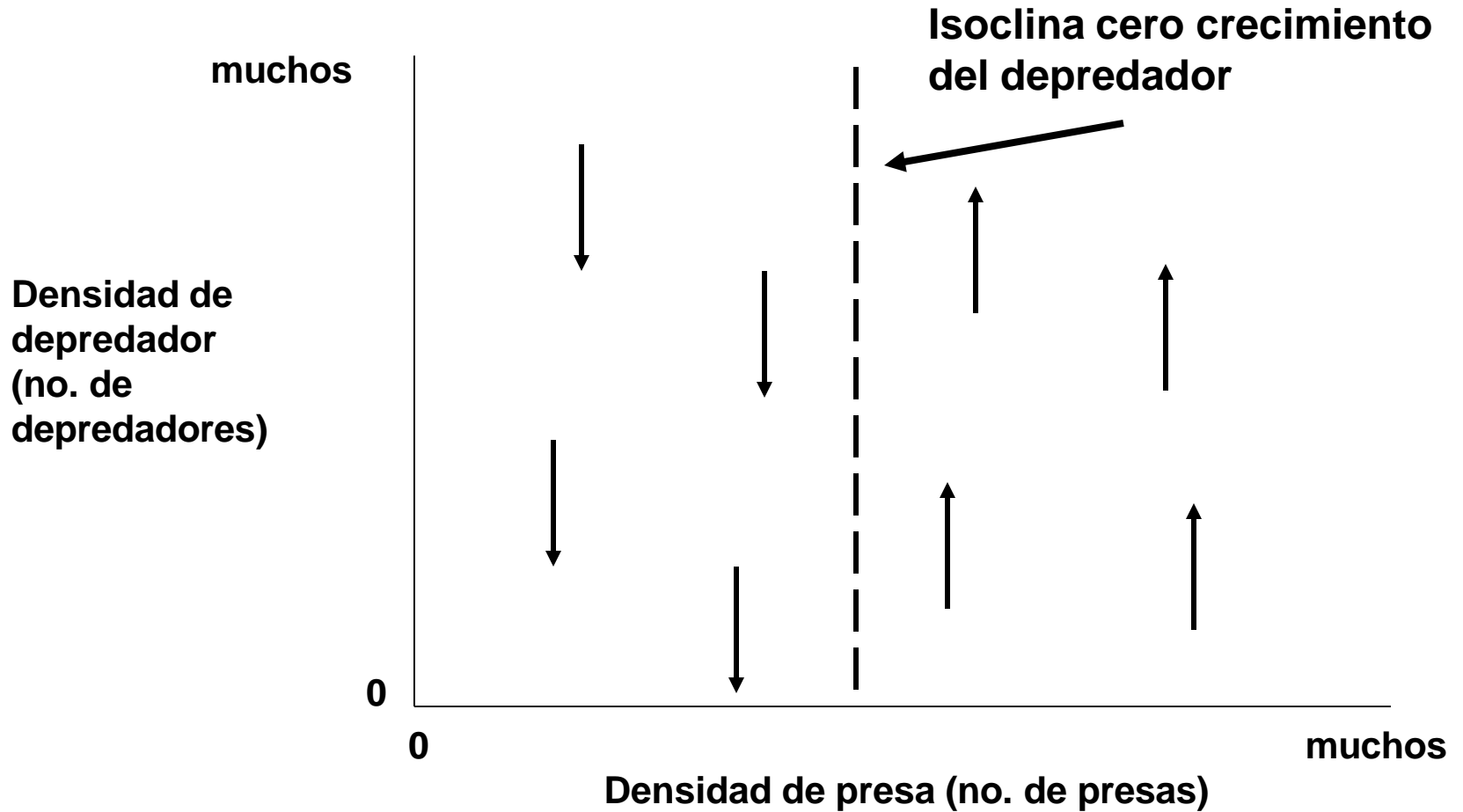
¿Cuándo la población de la presa crece? y cuándo declina?



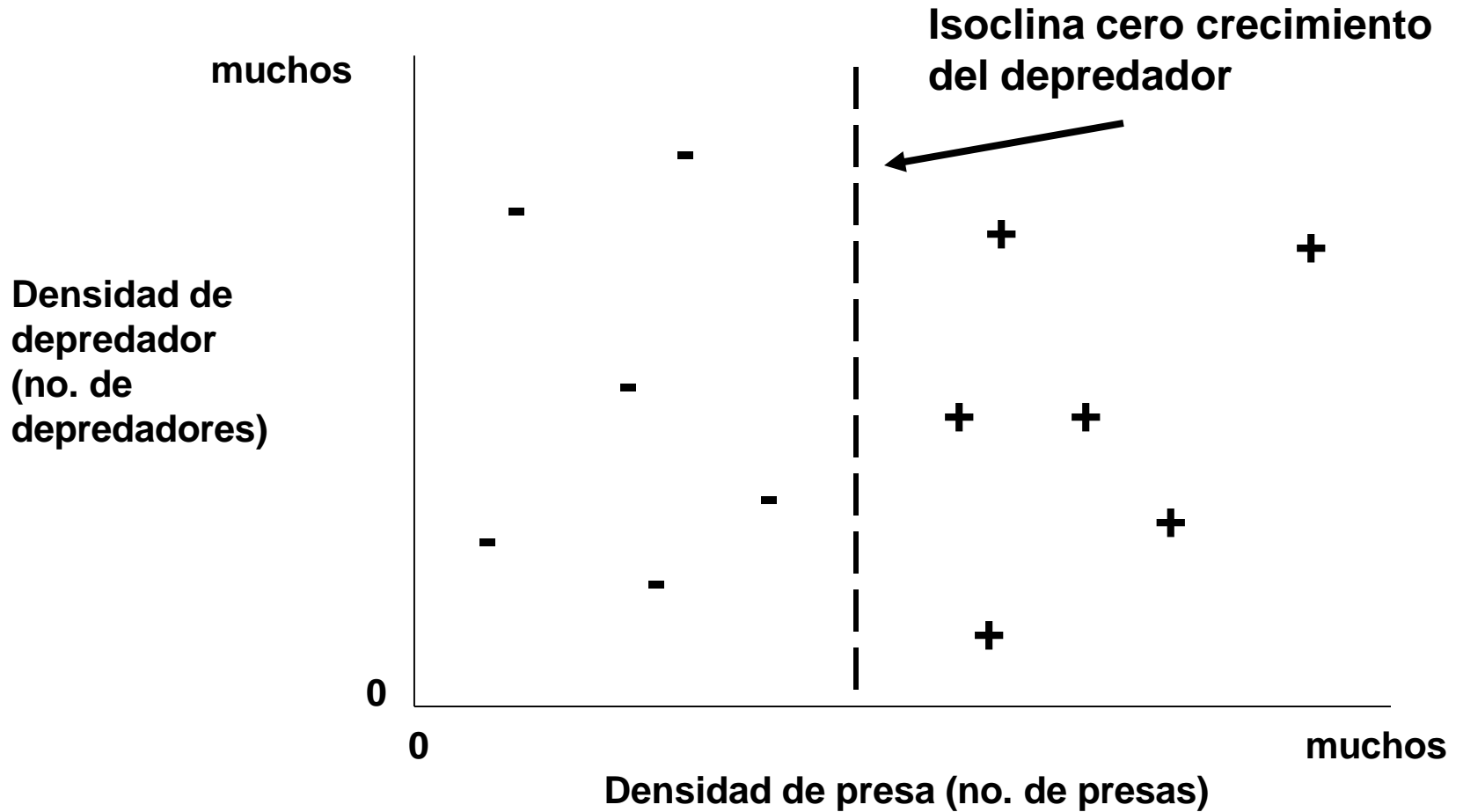
¿Cuándo la población de la presa crece? y cuándo declina?



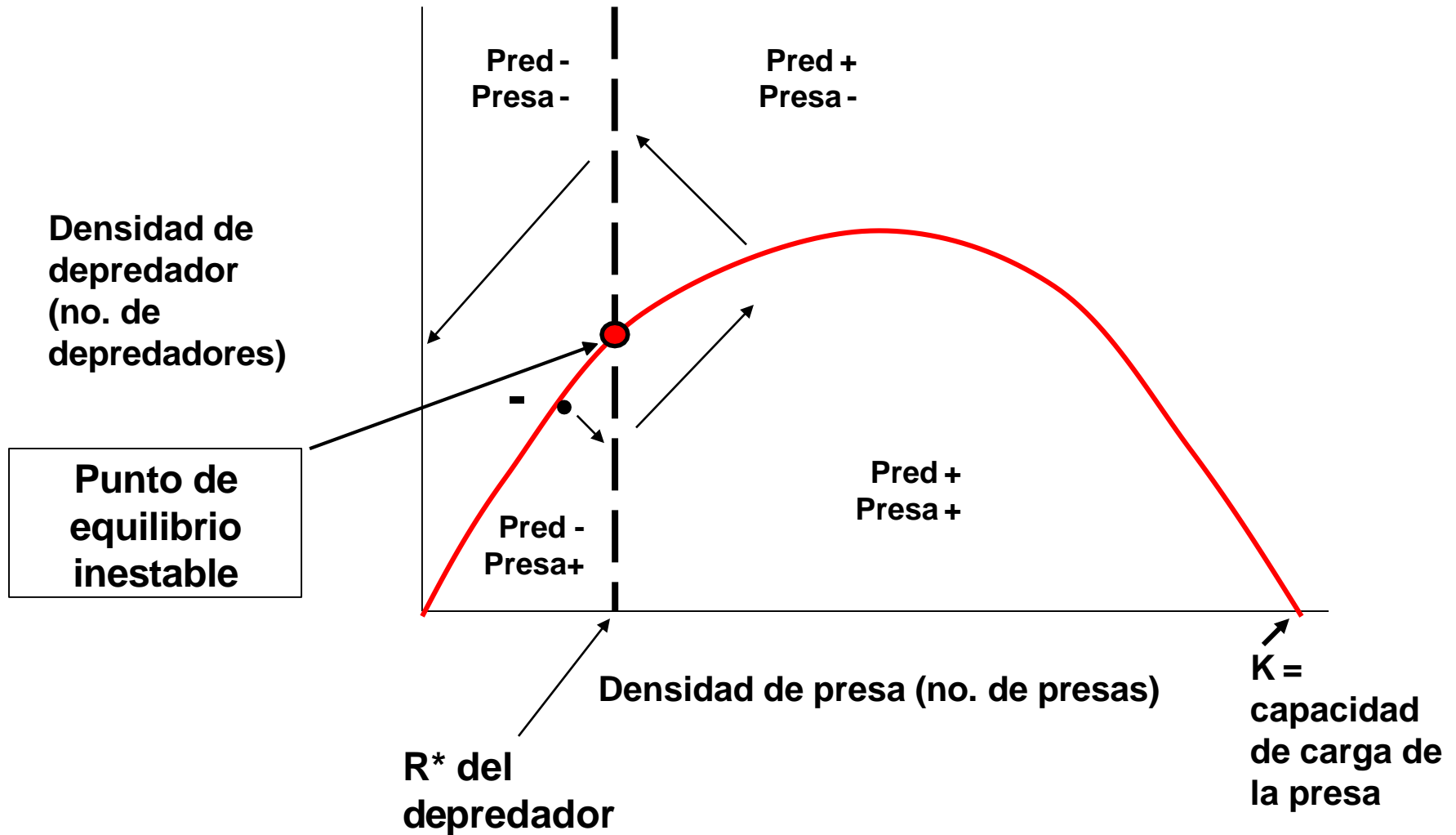
¿Cuándo la población de la presa crece? y cuándo declina?



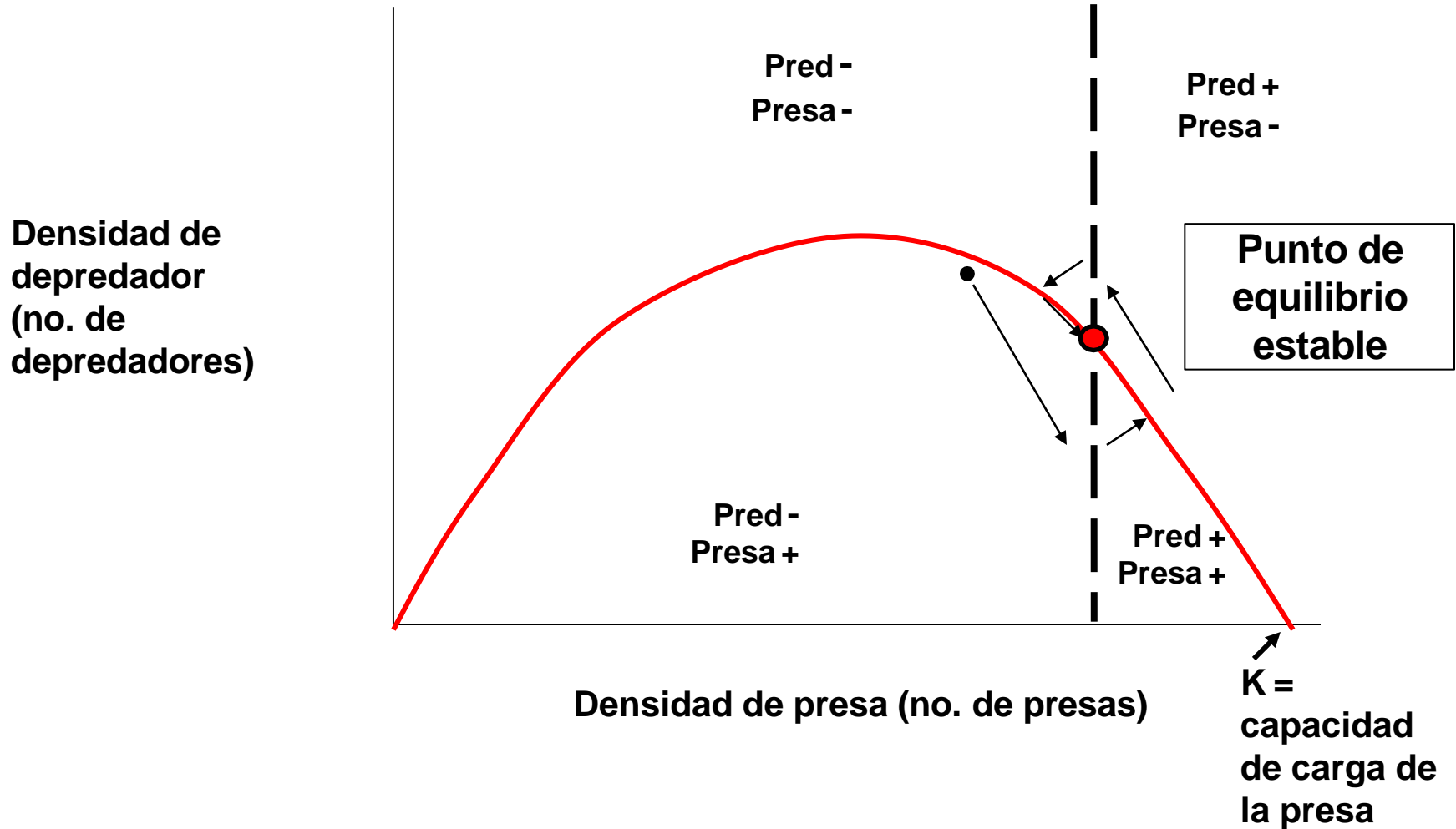
¿Cuándo la población de la presa crece? y cuándo declina?

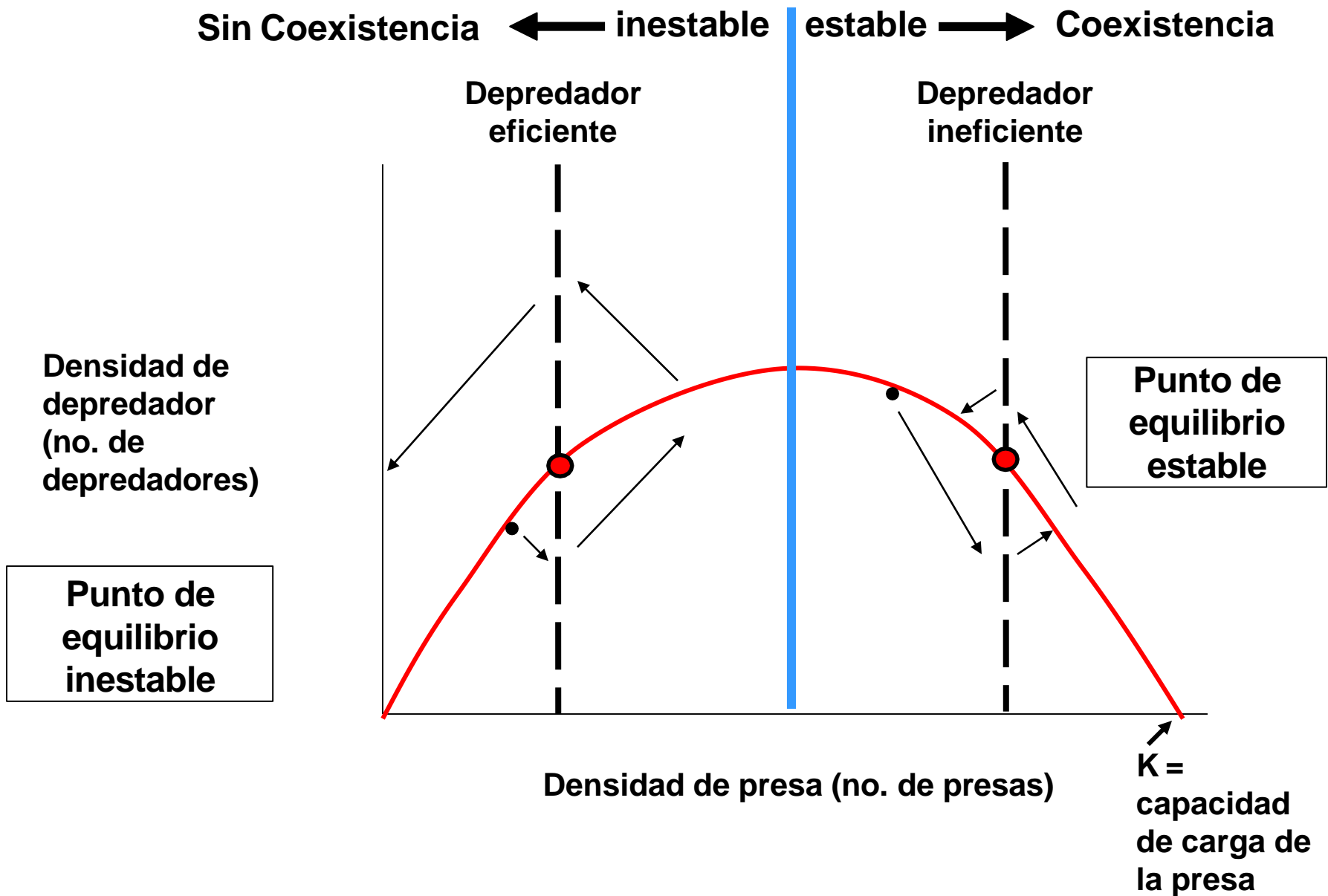


Un depredador eficiente



Un depredador ineficiente



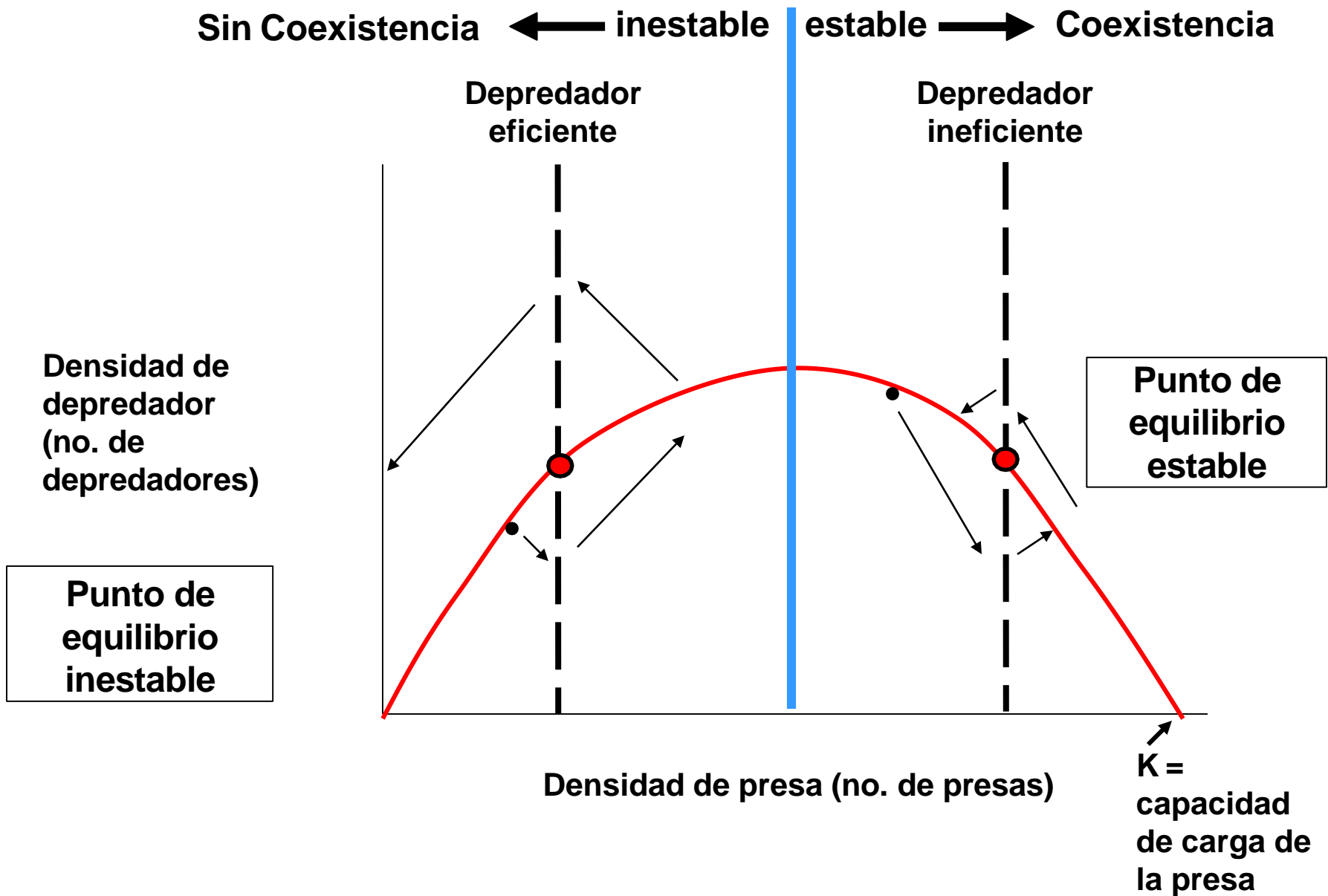


Rosenzweig and MacArthur (1963)

Podemos concluir:

Sistemas presa-depredador son más estables cuando el depredador NO es eficiente

- **Depredadores eficientes pueden eliminar especies de presas, reduciendo la riqueza de especies**
- **Depredadores ineficientes permiten la coexistencia de presa y depredador**



Rosenzweig and MacArthur (1963)

Preguntas sobre depredación

- 1) ¿Qué factores estabilizan la relación presa-depredador?
- 2) ¿Cuáles son los efectos de la depredación en las características de las comunidades de presas?
- 3) ¿Cómo es que los depredadores responden a variaciones en las densidades de las presas?
- 4) ¿Cómo es que los depredadores responden a variaciones en la Riqueza y Equitatividad de las presas?
- 5) ¿Qué pasa cuando hay tres o más niveles tróficos?

¿Qué factores reducen la eficiencia del depredador?

- **Características de la presa**
 - Camuflaje
 - Defensas física y químicas
- **Características del depredador**
 - Depredadores propios (e.g. parásitos)
 - Competencia interespecífica (interferencia)
- **Refugios para las presas**

¿Qué factores reducen la eficiencia del depredador?

- **Características de la presa**
 - Camuflaje
 - Defensas física y químicas

Camuflaje



Defensas físicas



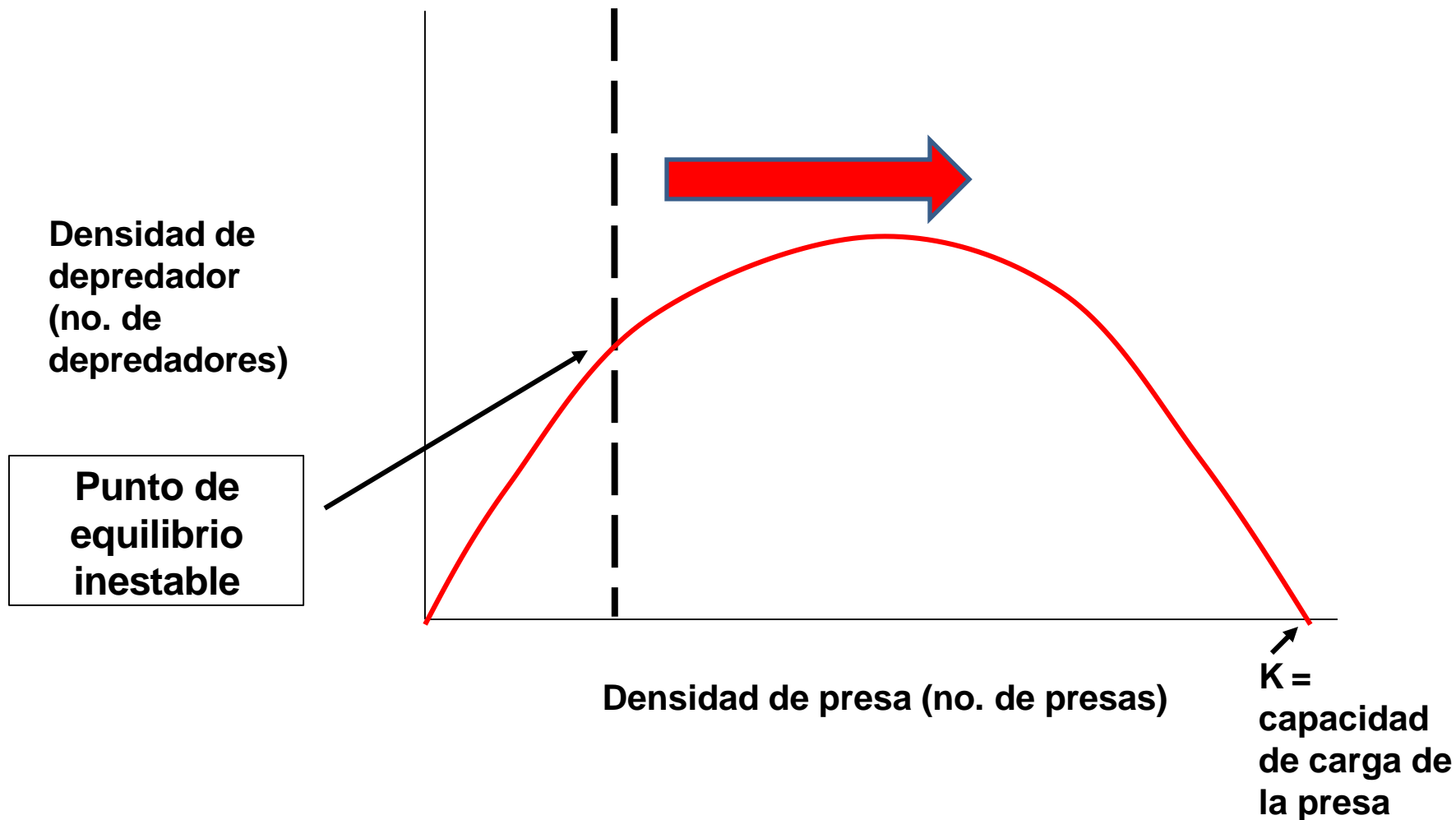
Defensas químicas



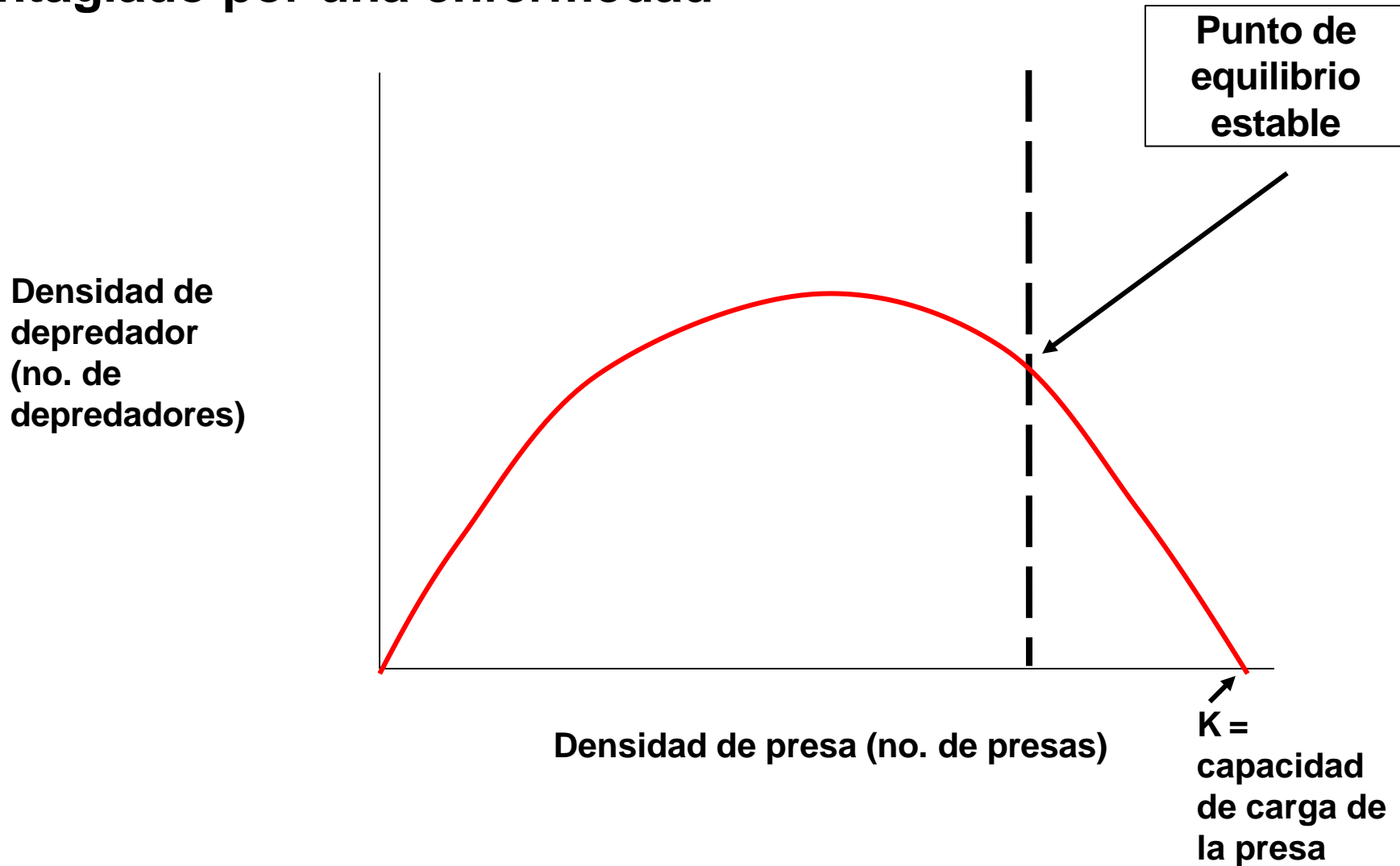
¿Qué factores reducen la eficiencia del depredador?

- **Características de la presa**
 - Camuflaje
 - Defensas física y químicas
- **Características del depredador**
 - Depredadores propios (e.g. parásitos)

Un depredador eficiente es contagiado por una enfermedad



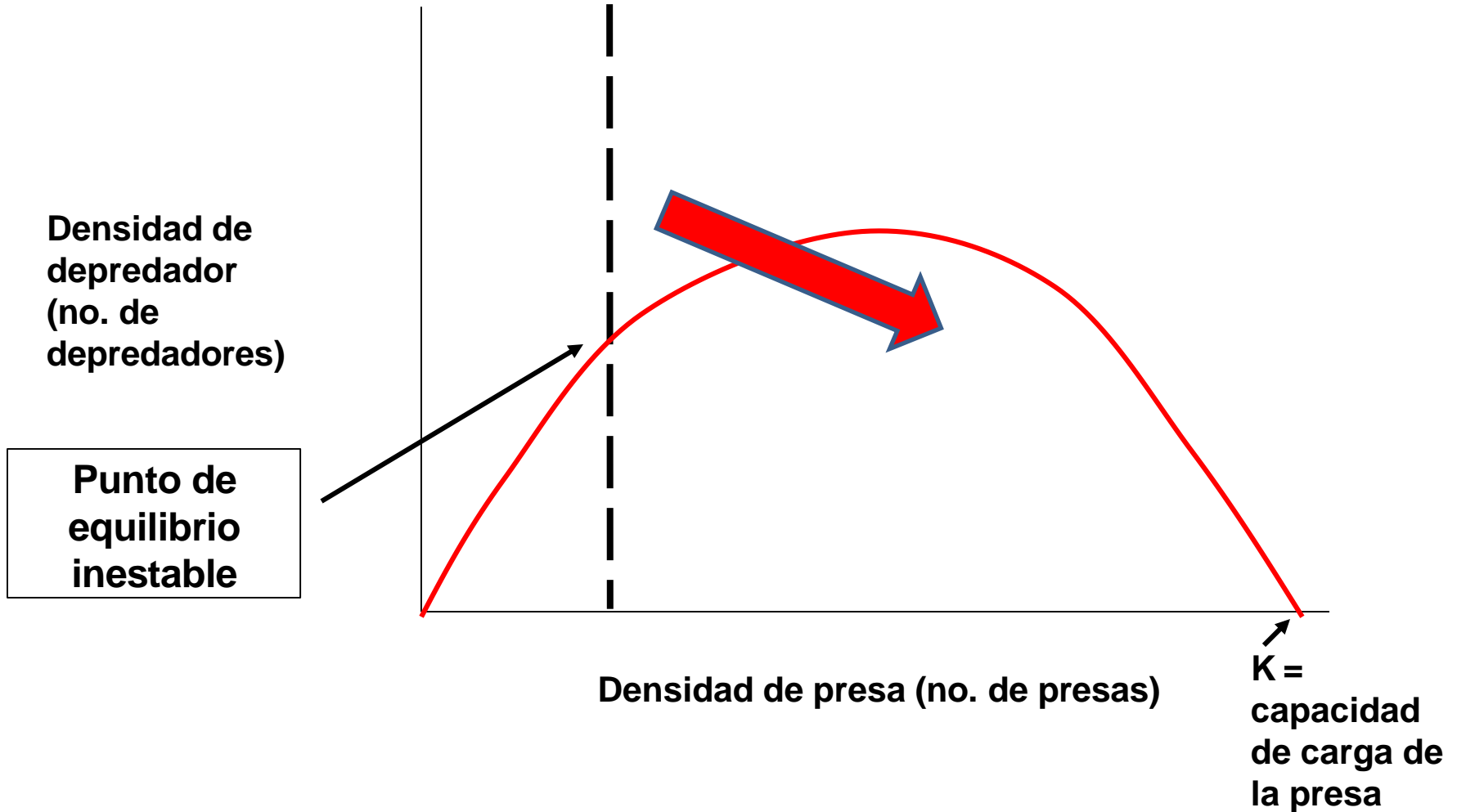
Un depredador eficiente es contagiado por una enfermedad



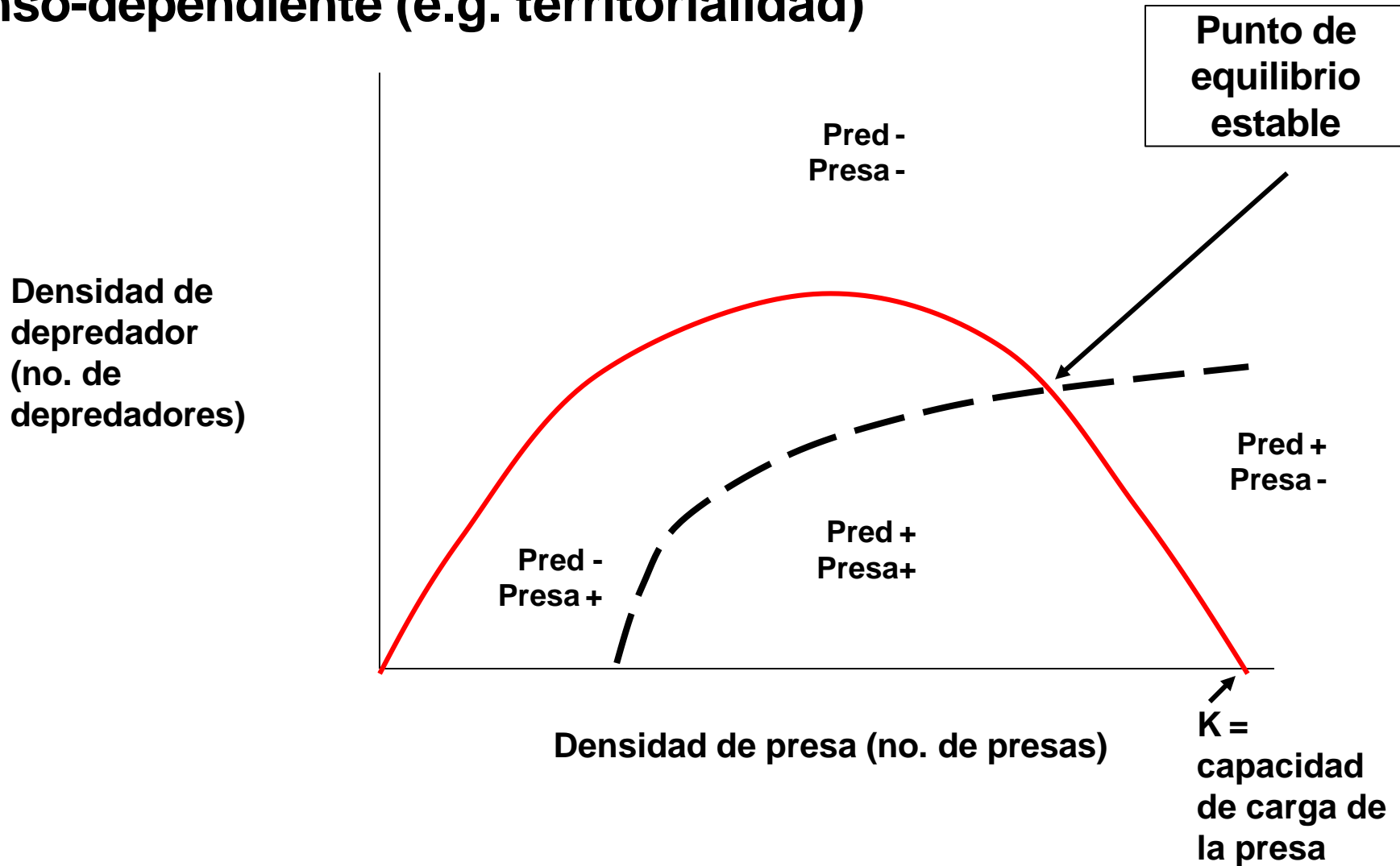
¿Qué factores reducen la eficiencia del depredador?

- **Características de la presa**
 - Camuflaje
 - Defensas física y químicas
- **Características del depredador**
 - Depredadores propios (e.g. parásitos)
 - Competencia intraespecífica (interferencia)

Depredador tiene competencia intraespecífica denso-dependiente (e.g. territorialidad)



Depredador tiene competencia intraespecífica denso-dependiente (e.g. territorialidad)



¿Qué factores reducen la eficiencia del depredador?

- **Características de la presa**
 - Camuflaje
 - Defensas física y químicas
- **Características del depredador**
 - Depredadores propios (e.g. parásitos)
 - Competencia interespecífica (interferencia)
- **Refugios para las presas**

Refugios

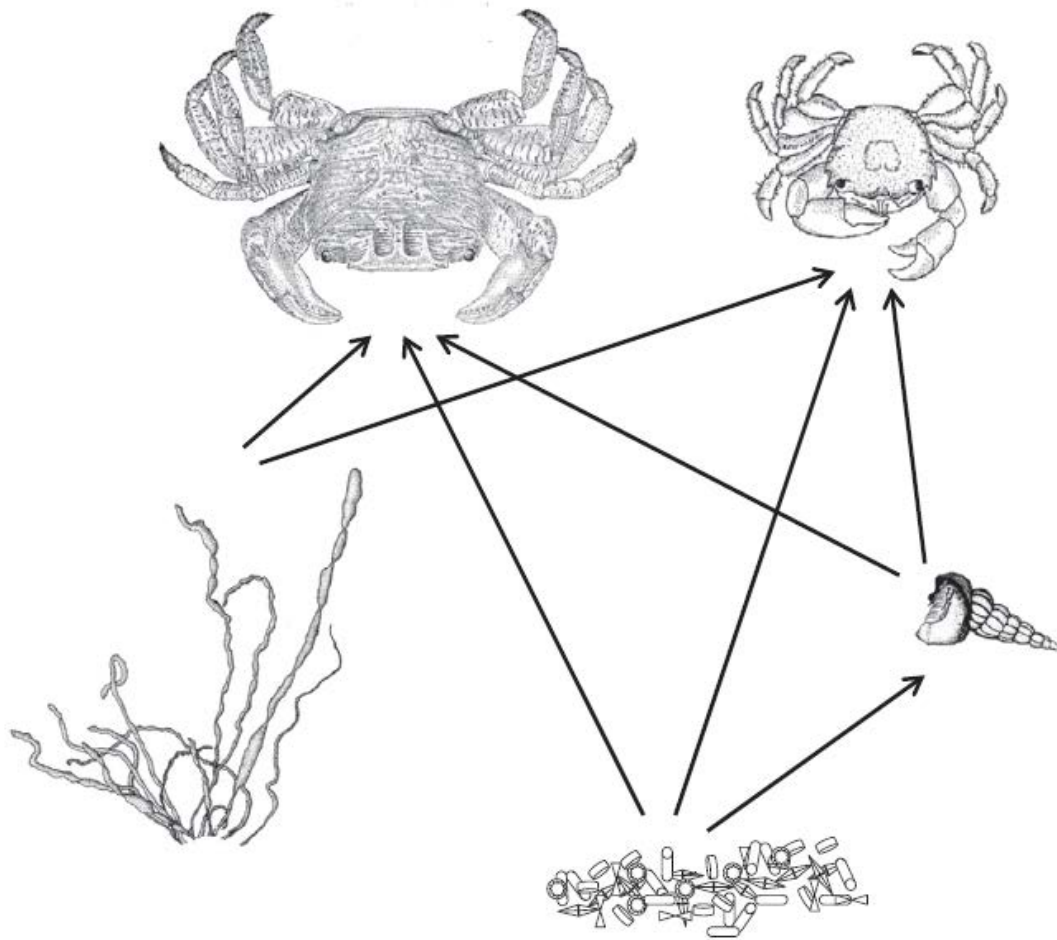
**Cualquier cosa que haga a
una porción de la población
de presas inmune a la
depredación**

Refugios

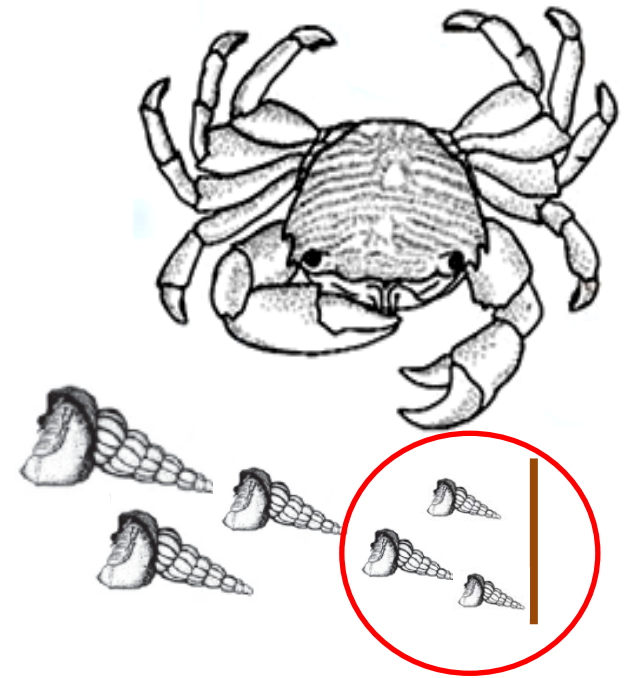
- **Refugio físico**
- **Refugio en el tamaño**
- **Refugio en el comportamiento del depredador**

Refugio físico





Refugio en el tamaño



Los cangrejos depredan más estadios vulnerables, como huevos y caracoles juveniles

Refugios

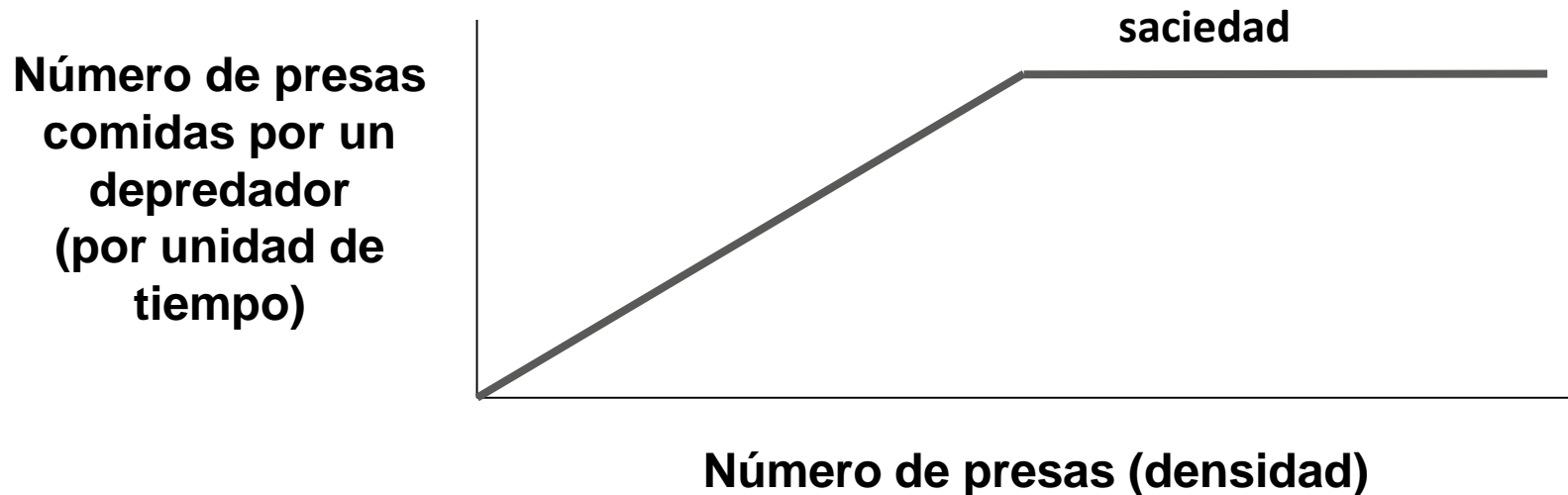
- **Refugio físico**
- **Refugio en el tamaño**
- **Refugio en el comportamiento del depredador**

Los depredadores tienen diferentes estrategias:

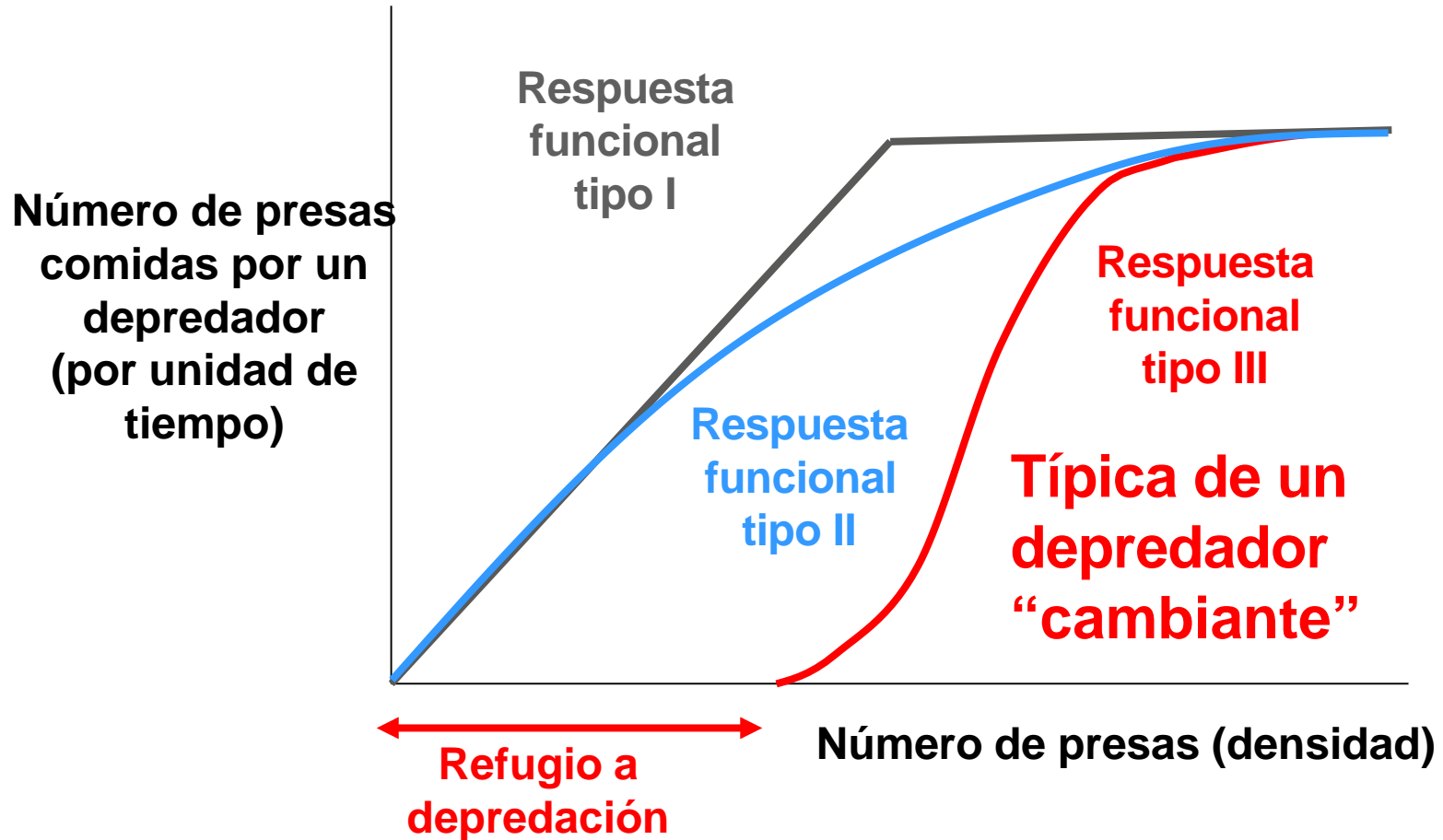
- **Especialistas: solo comen una especie**
- **Generalistas: comen muchas especies**
 - **cambiantes: comen una especie, después cambian a otra especie**

Respuesta Funcional de los depredadores

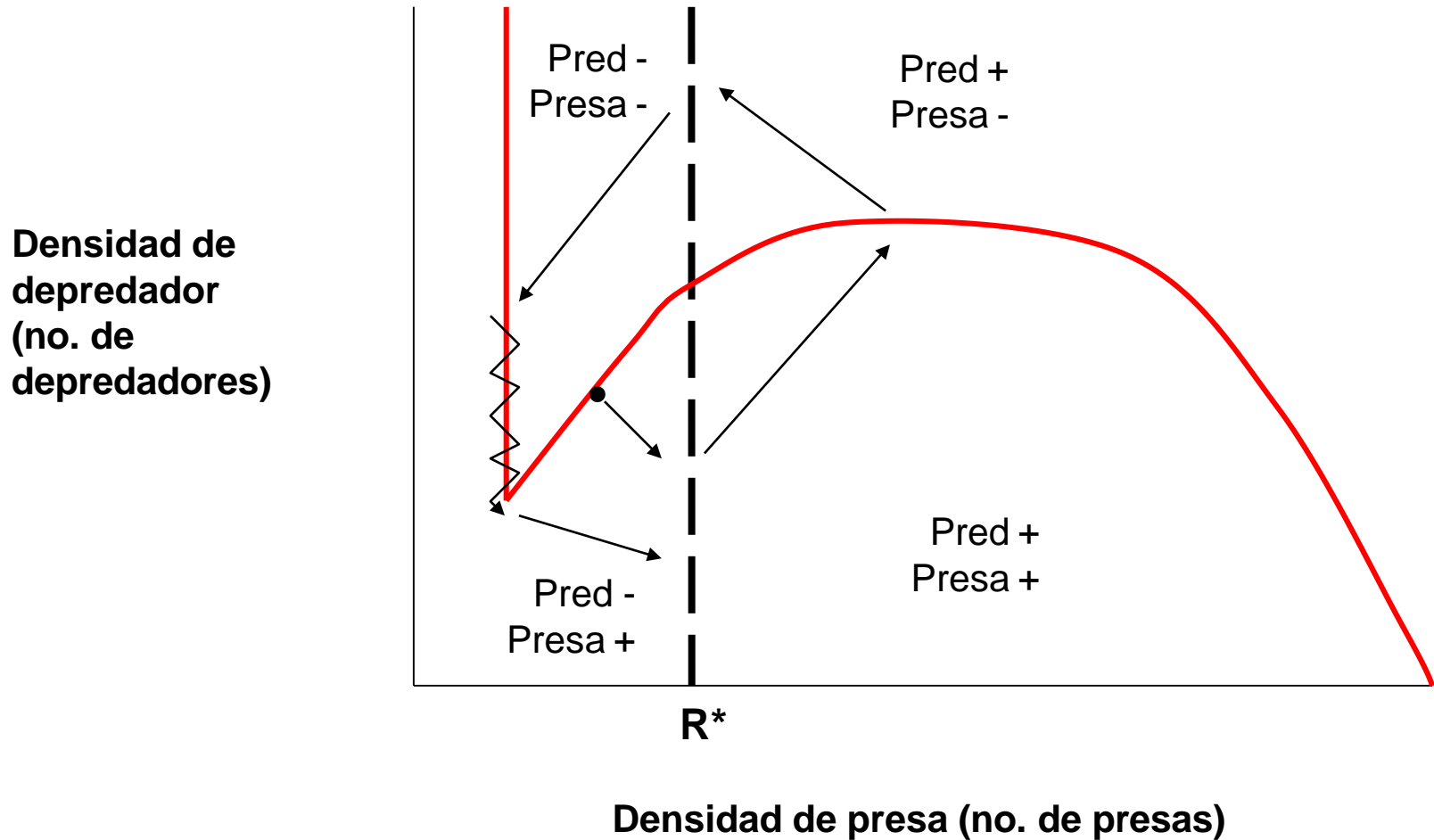
- Una “jaula” llena de presas
- Introduce un depredador y cuenta cuantas presas se come
- Repite con diferentes densidad de presas



Refugio en el comportamiento del depredador



Refugios en el modelo de Rosenzweig- MacArthur:



Refugios

- **Refugio físico**
- **Refugio en el tamaño**
- **Refugio en el comportamiento del depredador**
 - Respuesta funcional tipo III

En resumen:

¿Qué factores estabilizan la relación presa-depredador?

- **Características de la presa**
 - Camuflaje
 - Defensas física y químicas
- **Características del depredador**
 - Depredadores propios (e.g. parásitos)
 - Competencia interespecífica (interferencia)
- **Refugios para las presas**

Preguntas sobre depredación

- 1) ¿Qué factores estabilizan la relación presa-depredador?
- 2) ¿Cuáles son los efectos de la depredación en las características de las comunidades de presas?
- 3) ¿Cómo es que los depredadores responden a variaciones en las densidades de las presas?
- 4) ¿Cómo es que los depredadores responden a variaciones en la Riqueza y Equitatividad de las presas?
- 5) ¿Qué pasa cuando hay tres o más niveles tróficos?

¿Cómo es que la depredación afectas las características de las comunidades?

Composición de especies

Riqueza de especies

Equitatividad

Diversidad

¿Cómo es que los depredadores afectan las características de las comunidades?

Vamos a asumir:

- Solo dos niveles tróficos
- Un depredador eficiente

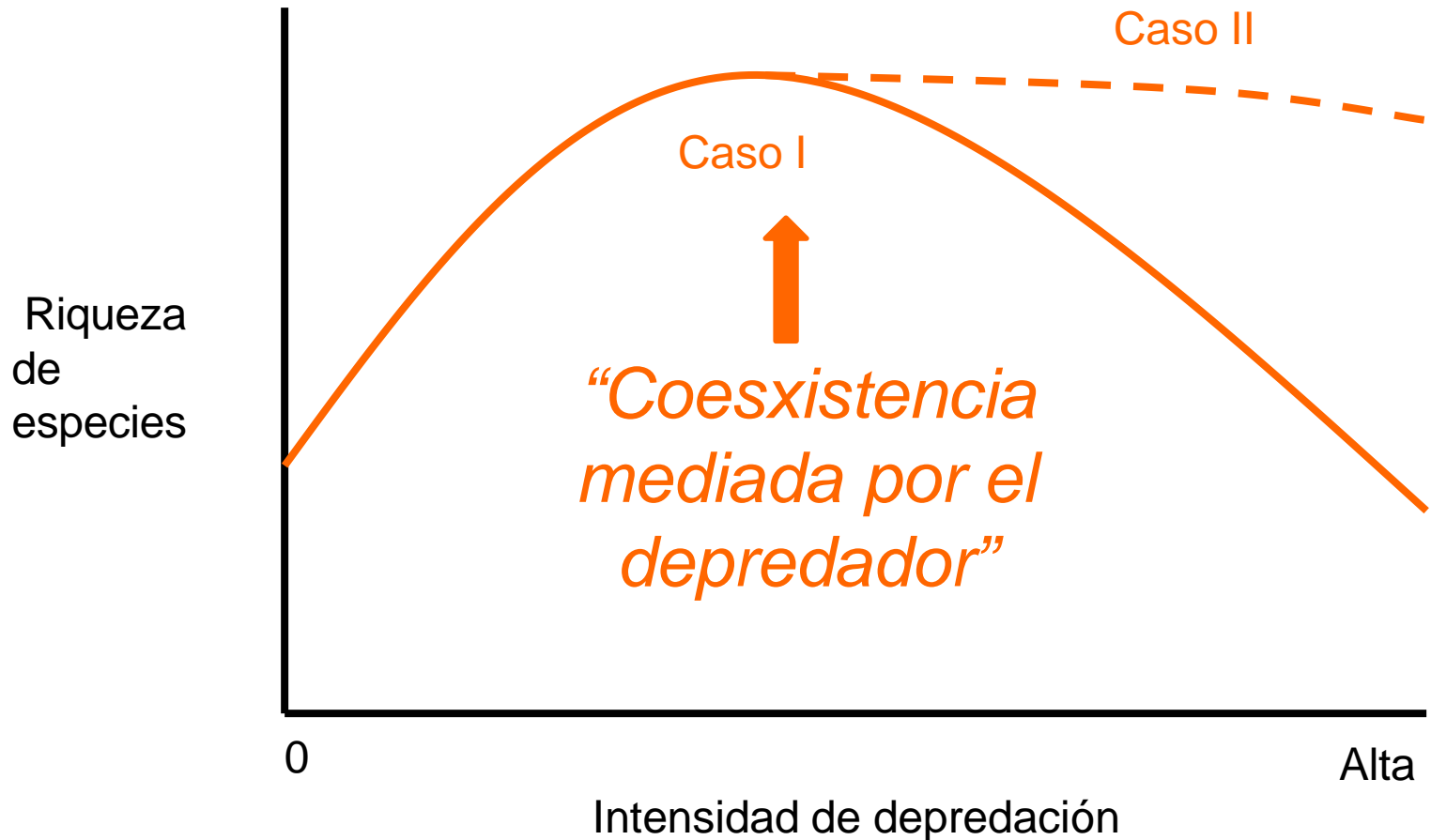
Suposiciones que vamos a variar:

- 1) ¿Hay competencia entre presas cuando no hay depredación?**
- 2) ¿El depredador es generalista o especialista?**
- 3) ¿La presas tienen algún refugio?**

¿Cómo es que los depredadores afectan las características de las comunidades?

Variable	Caso I	Caso II
Presas compiten cuando no hay depredador	SI	SI
Depredador es generalista o especialista	Generalista o especialista en presas que son mejores competidoras	Generalista o especialista en presas que son mejores competidoras
Presa tienen refugio	NO	SI

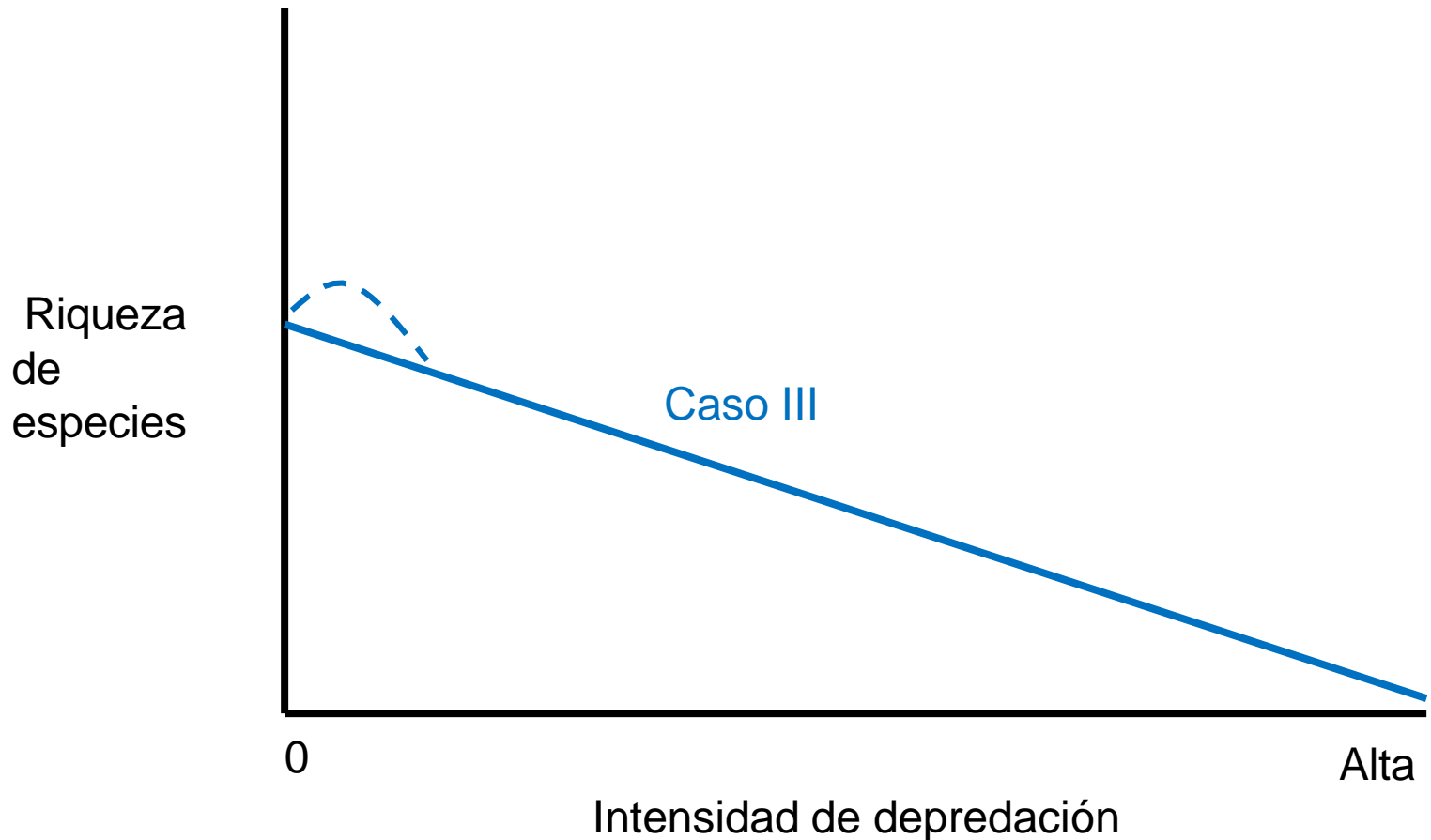
¿Cómo es que los depredadores afectan las características de las comunidades?



¿Cómo es que los depredadores afectan las características de las comunidades?

Variable	Caso I	Caso II	Caso III
Presas compiten cuando no hay depredador	SI	SI	SI y NO
Depredador es generalista o especialista	Generalista o especialista en presas que son mejores competidoras	Generalista o especialista en presas que son mejores competidoras	Especialista en presas raras o malas competidoras
Presas tienen refugio	NO	SI	NO

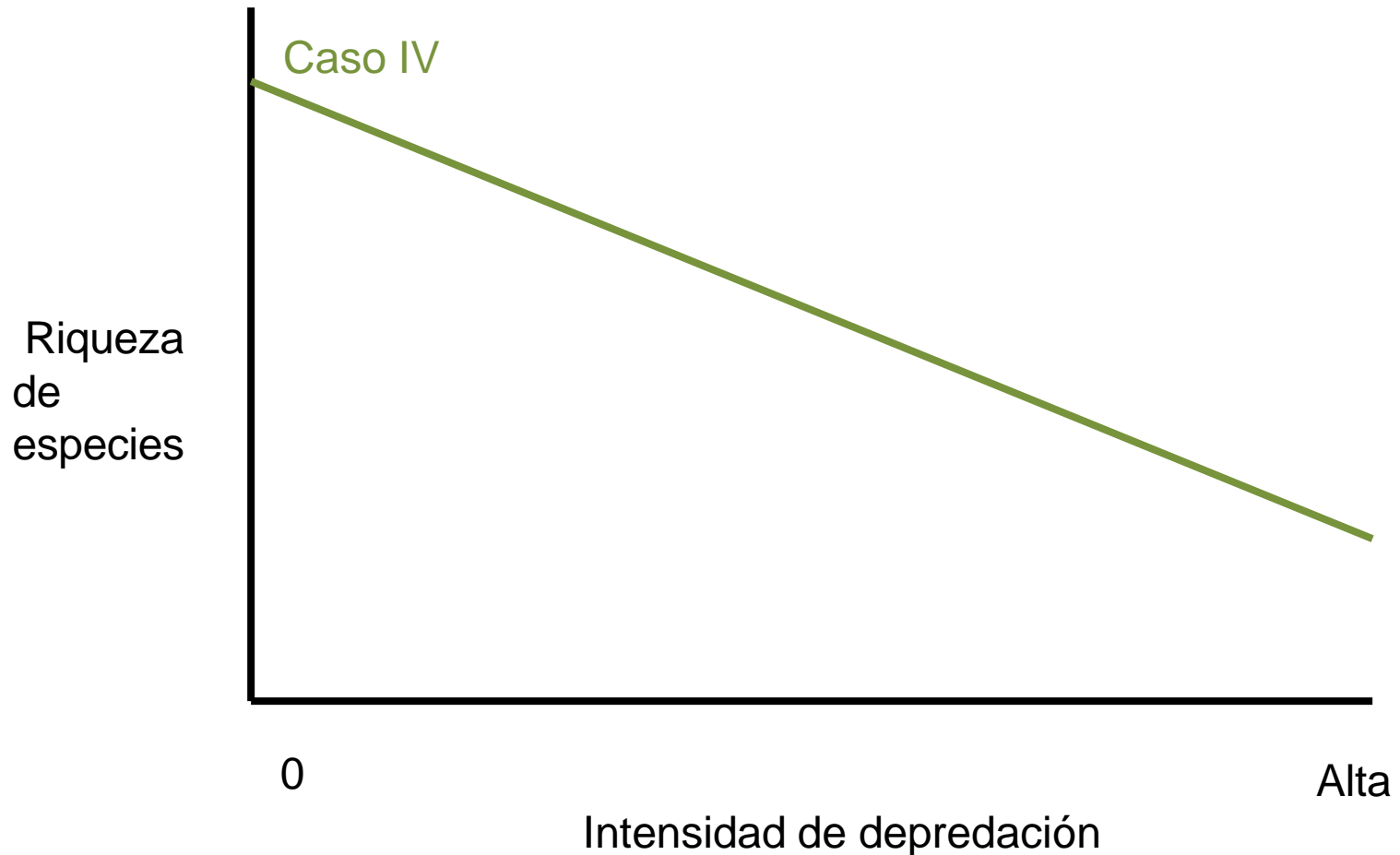
¿Cómo es que los depredadores afectan las características de las comunidades?



¿Cómo es que los depredadores afectan las características de las comunidades?

Variable	Caso I	Caso II	Caso III	Caso IV
Presas compiten cuando no hay depredador	SI	SI	SI y NO	NO
Depredador es generalista o especialista	Generalista o especialista en presas que son mejores competidoras	Generalista o especialista en presas que son mejores competidoras	Especialista en presas raras o malas competidoras	Generalista
Presa tienen refugio	NO	SI	NO	NO

¿Cómo es que los depredadores afectan las características de las comunidades?



**¿Observaciones
en la naturaleza
concuerdan con
los modelos?**



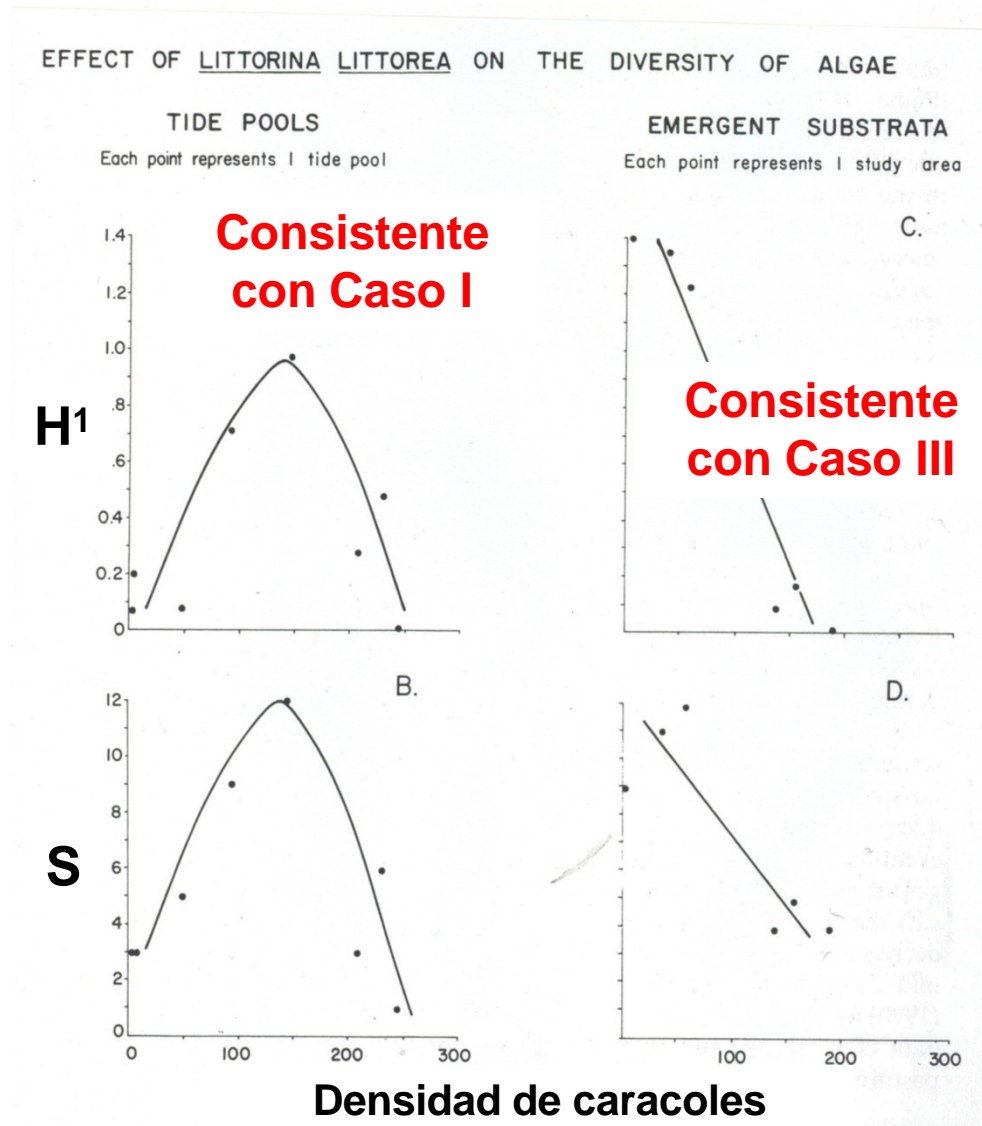
Lubchenco (1978)

- Caracoles (*Littorina*) prefieren **algas verdes** que **algas cafés**
- **Algas verdes** son competitivamente superiores a las **algas cafés** en pozas
- **Algas cafés** son competitivamente superiores a **algas verdes** en rocas expuestas

Experimento

- Varió densidad de caracoles
- Calculó riqueza de especies de algas

¿Cómo es que la intensidad de depredación afecta a la riqueza?



Las Islas Bahamas



Depredador



Anolis sagrei

Presa



Argiope argentata

Presa



Metepeira datoni

Spiller and Schoener (1998)

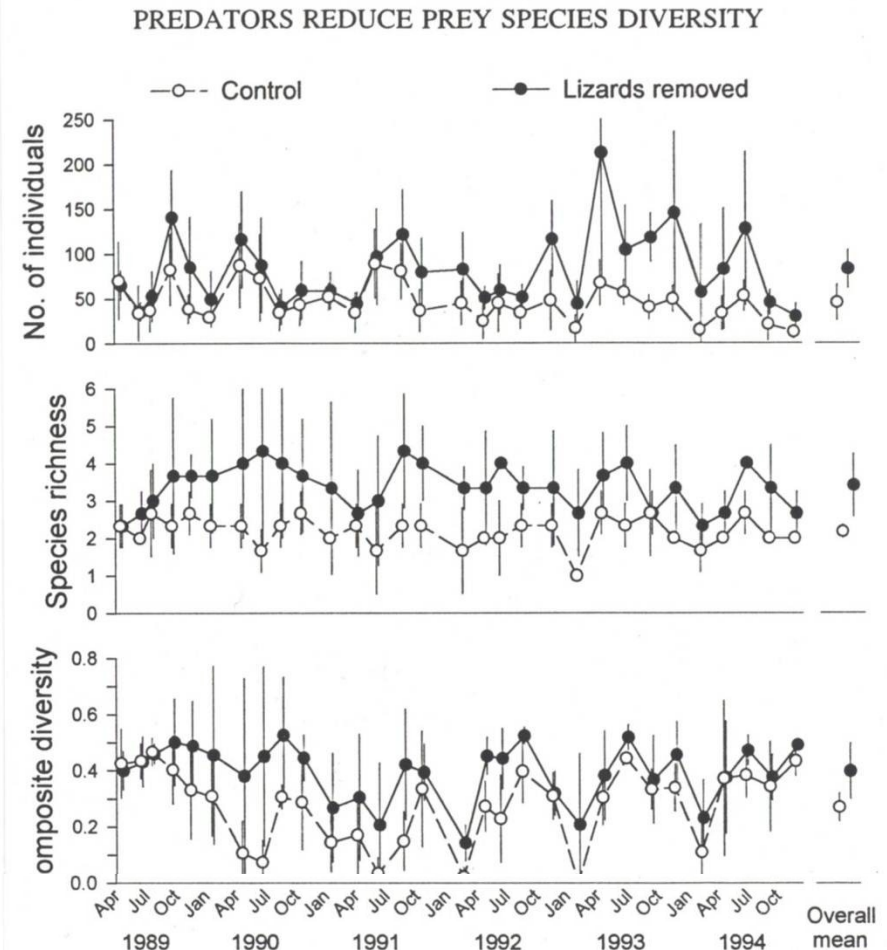
Experimento:

- Zonas grandes de exclusión (cercas)
- Atraparon a las lagartijas de algunas exclusiones

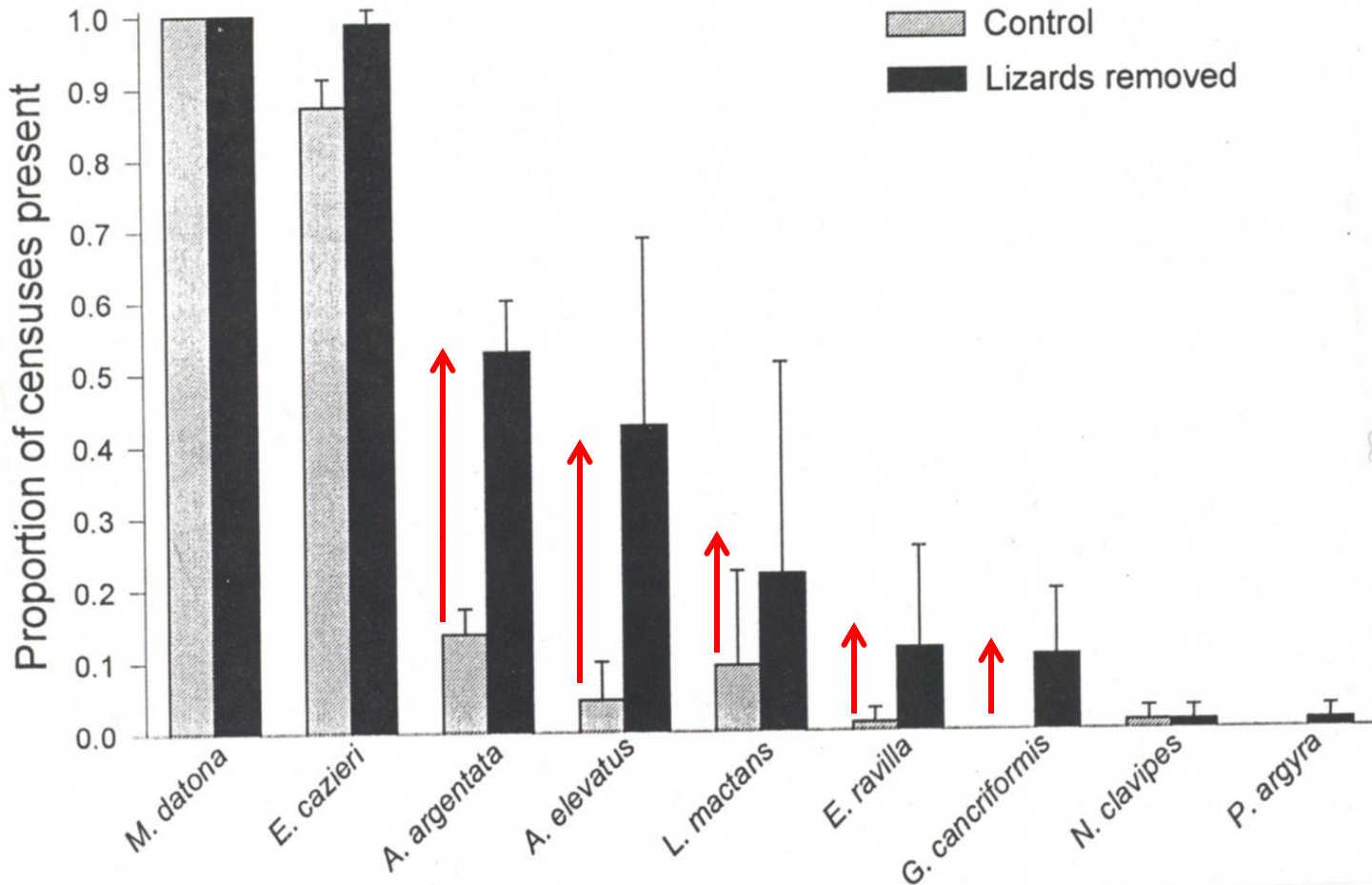
¿Cómo los depredadores afectan la riqueza de la comunidad de presas (arañas)?

Sin Lagartijas:

- Más no. de presas
- Más especies de presas
- Más Equitatividad



Lagartijas parecen afectar más a las especies poco comunes



Resultados consistentes con Caso III



Arrecifes de coral en Australia y Bahamas

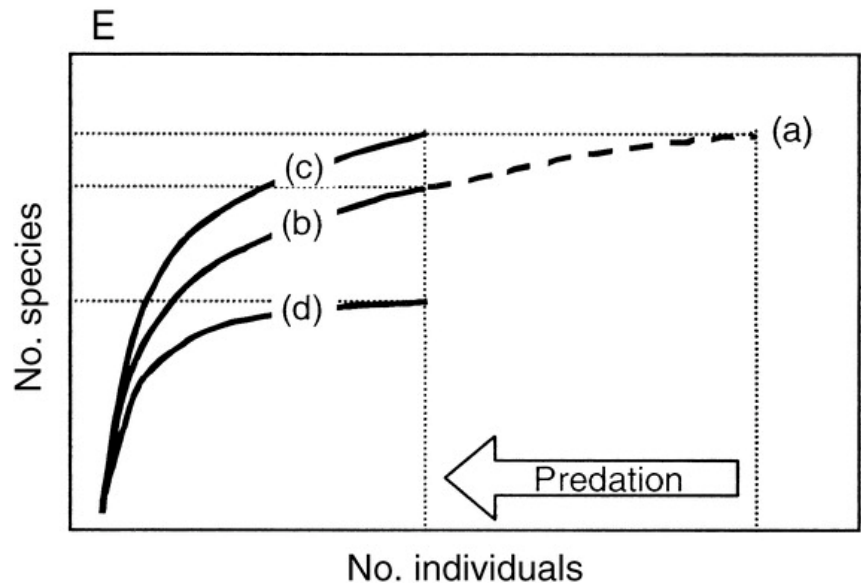
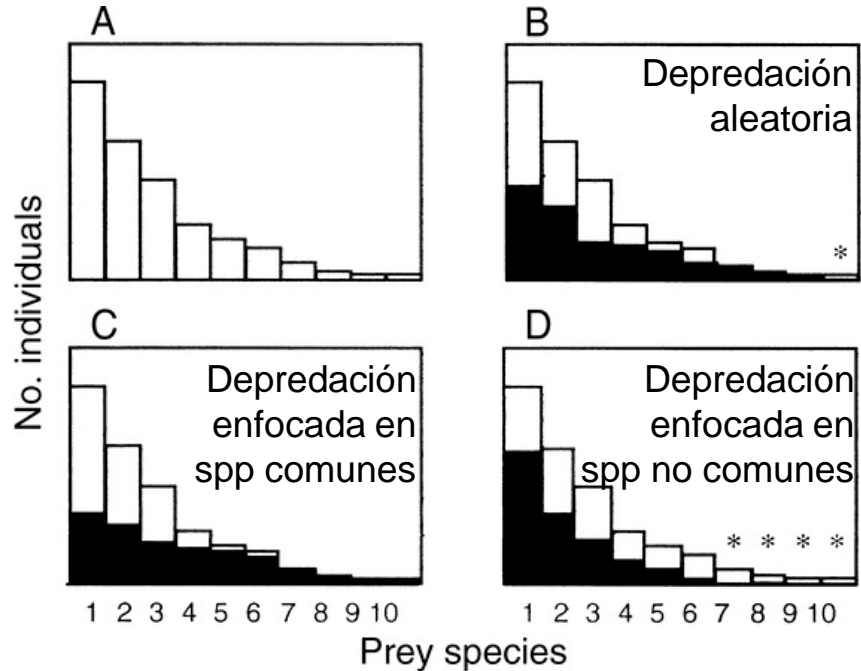
Almany and Webster (2004)

Experimento:

- Crearon pequeños arrecifes
- Peces colonizaron (depredadores y presas)
- Removieron depredadores
- Después hicieron censos de cada uno de los arrecifes

¿Cómo depredadores afectan a la riqueza de especies en las comunidades de peces?

TEORÍA Negro = que queda después de depredación

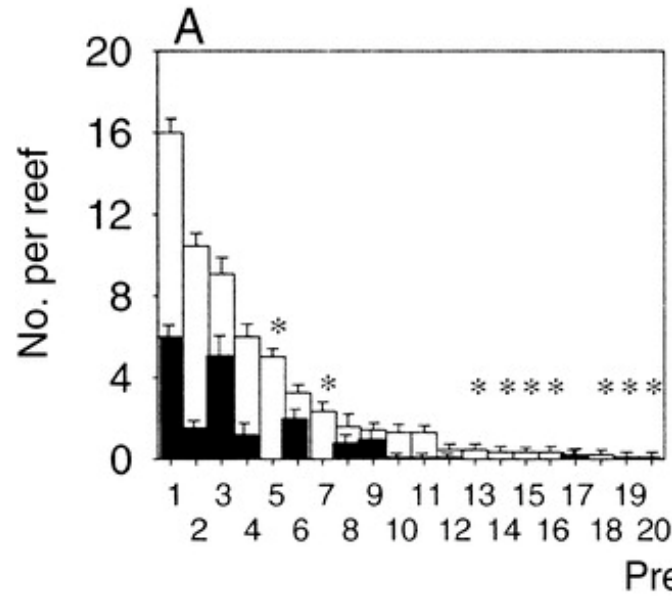


DATOS

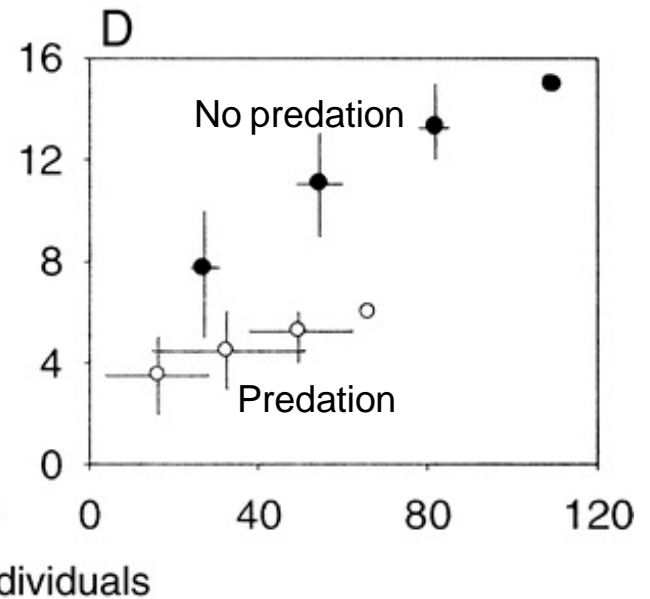
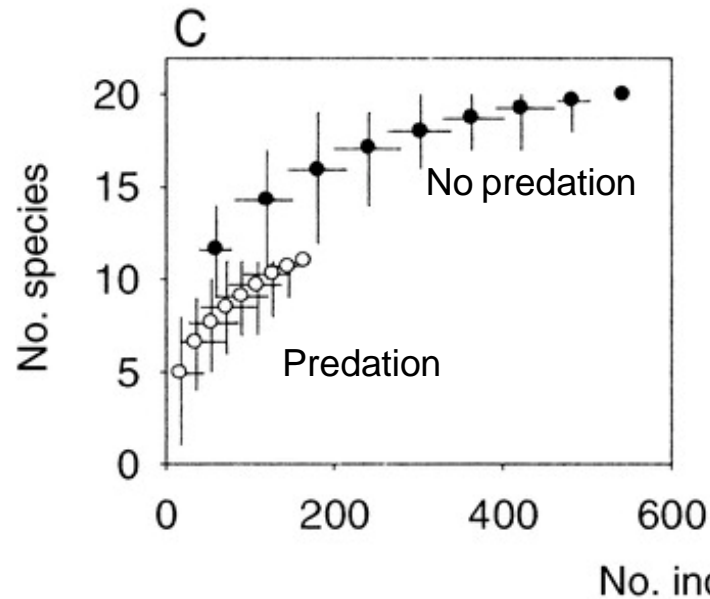
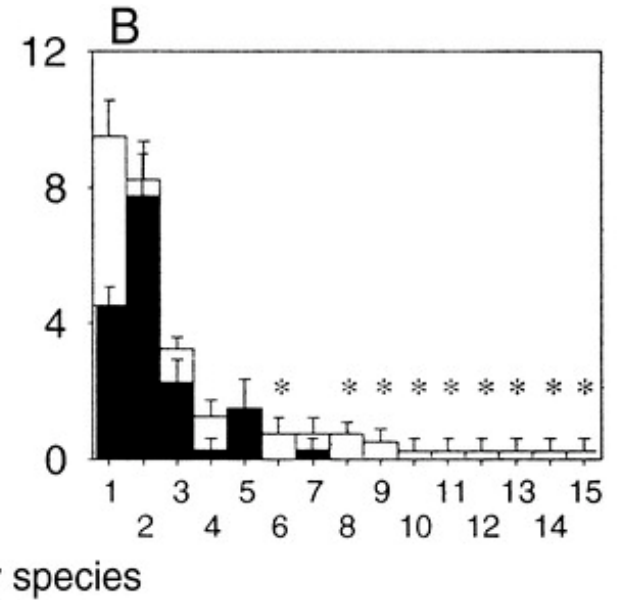
**Columnas
negras=
depredadores
presentes**

**círculos blancos=
depredadores
presentes**

Australia



Bahamas



Spiller y Schoener (1998)

- Revisaron la literatura experimental (6 estudios)
- Los seis estudios compararon:
 - Comunidad de presas **CON** depredadores
 - versus
 - Comunidad de presas **SIN** depredadores
- Concluyeron: depredadores no tienen un efecto en riqueza de presas o la reducen

Addicott (1974) ¿Caso IV?

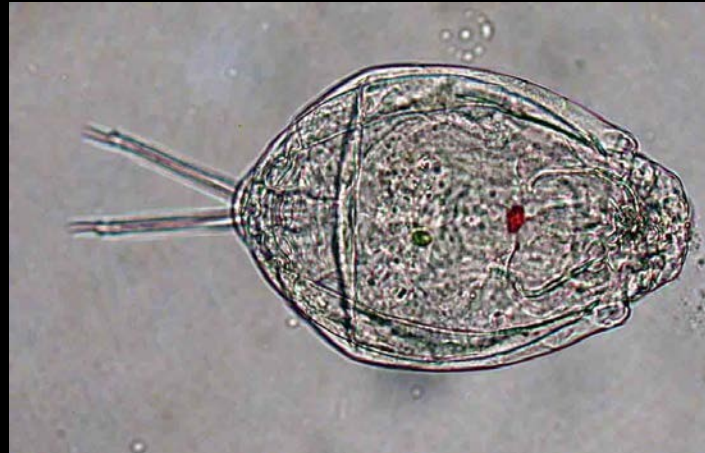


Plata carnívora
(*Sarracenia purpurea*)

Larva de mosquito
Wyeomyia smithii



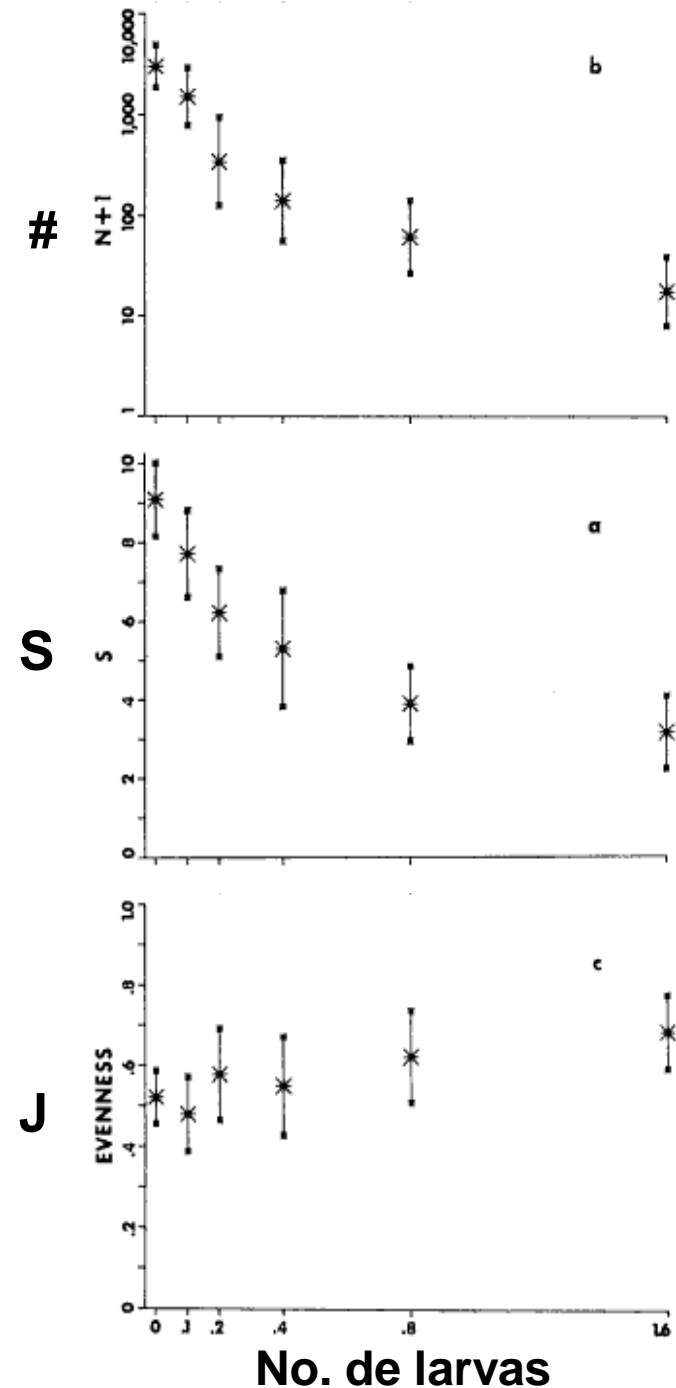
Rotíferos



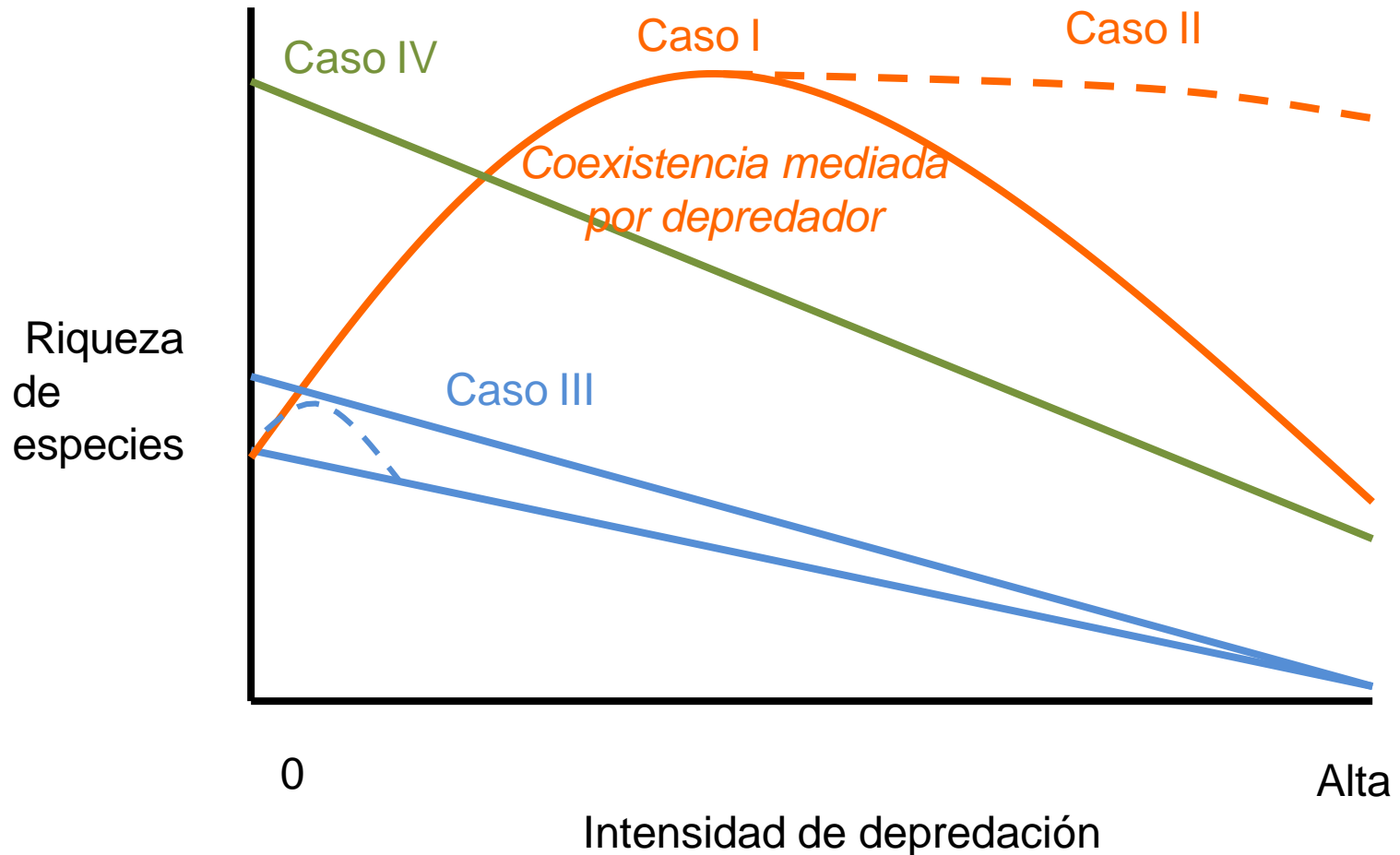
Addicott (1974)

Efectos de depredación:

- *Densidad de presa se redujo*
- *Riqueza de presa se redujo*
- *Equitatividad de presa aumento*



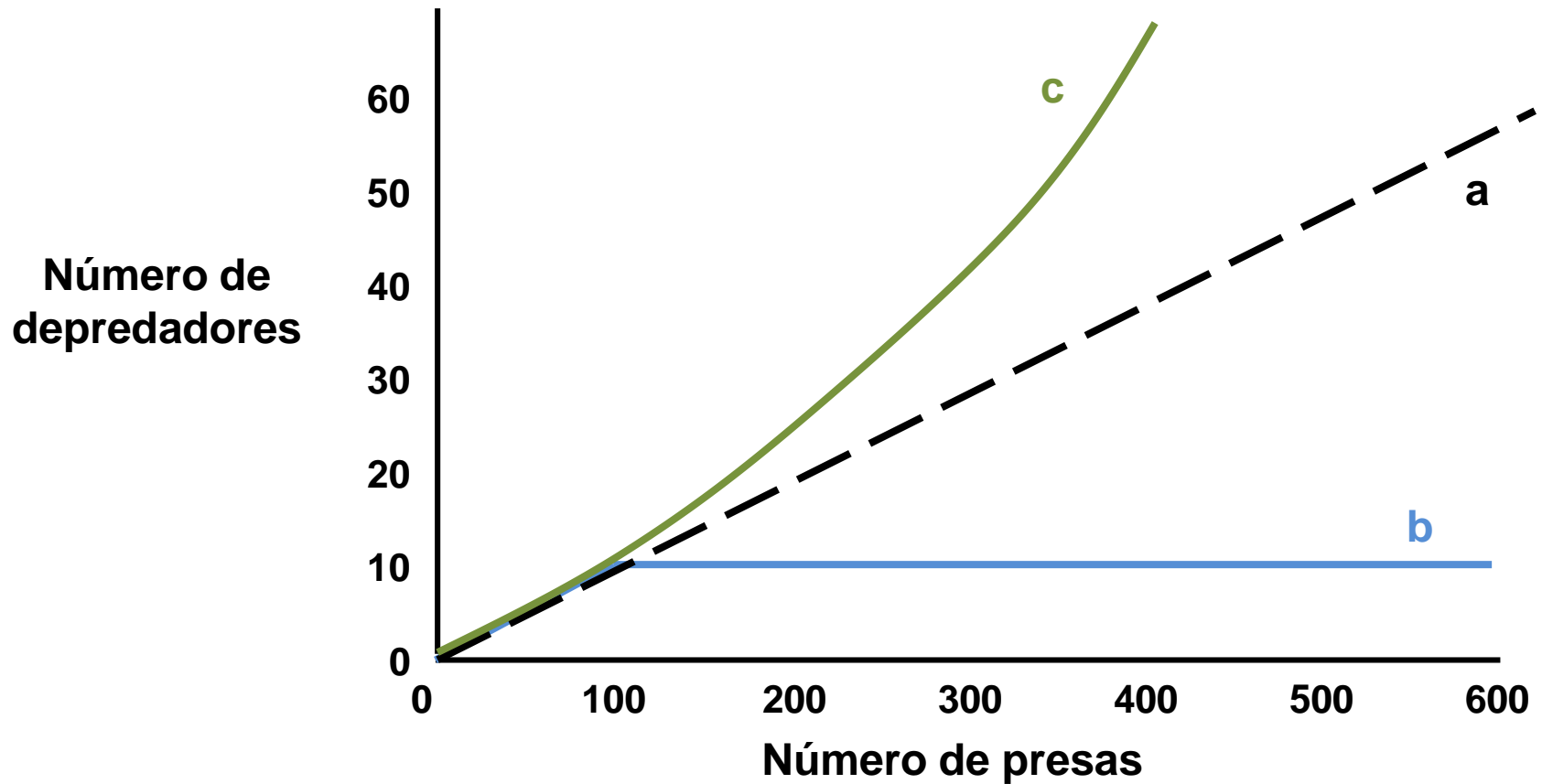
¿Cómo es que los depredadores afectan las características de las comunidades?



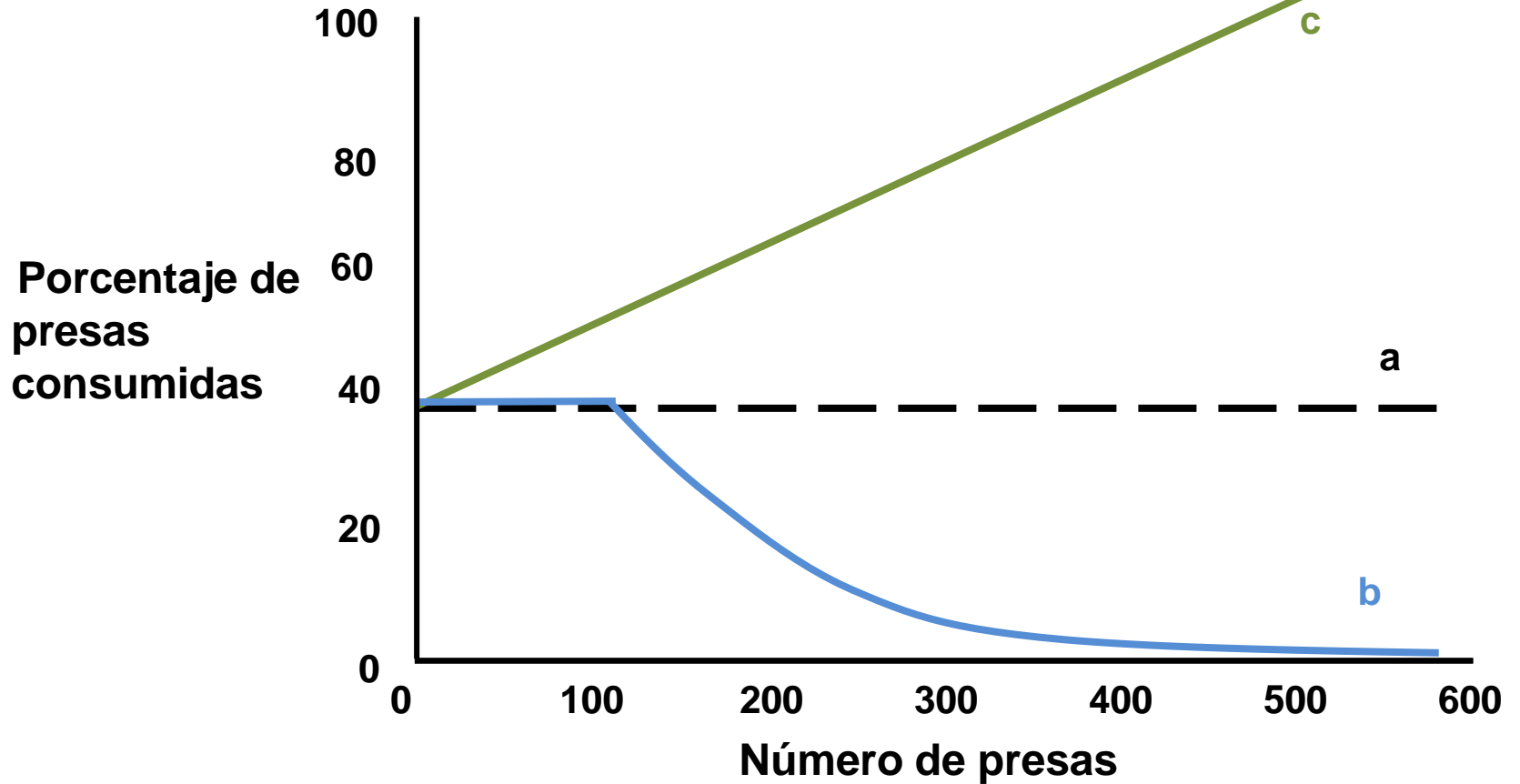
Preguntas sobre depredación

- 1) ¿Qué factores estabilizan la relación presa-depredador?
- 2) ¿Cuáles son los efectos de la depredación en las características de las comunidades de presas?
- 3) ¿Cómo es que los depredadores responden a variaciones en las densidades de las presas?
- 4) ¿Cómo es que los depredadores responden a variaciones en la Riqueza y Equitatividad de las presas?
- 5) ¿Qué pasa cuando hay tres o más niveles tróficos?

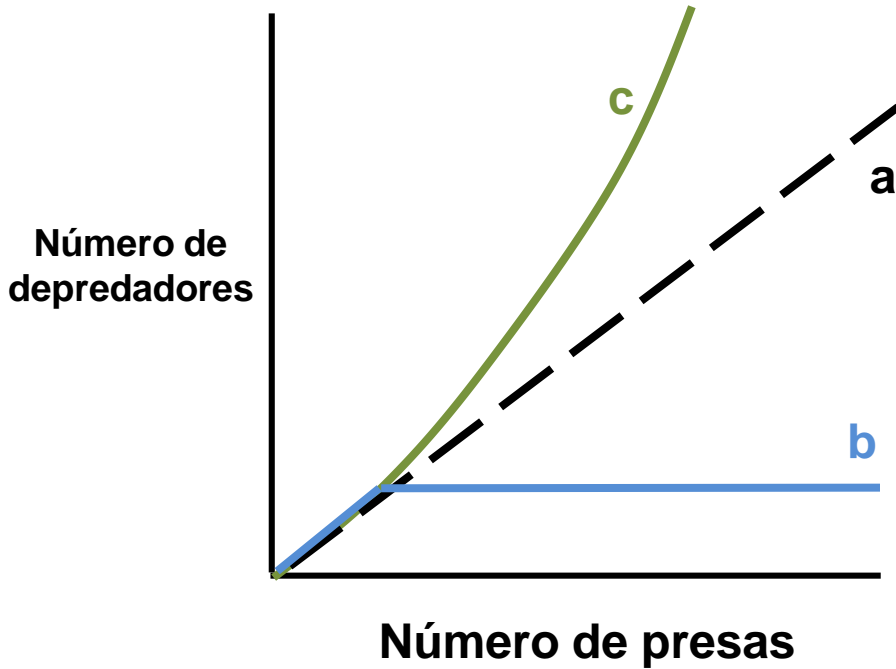
Respuesta numérica del depredador



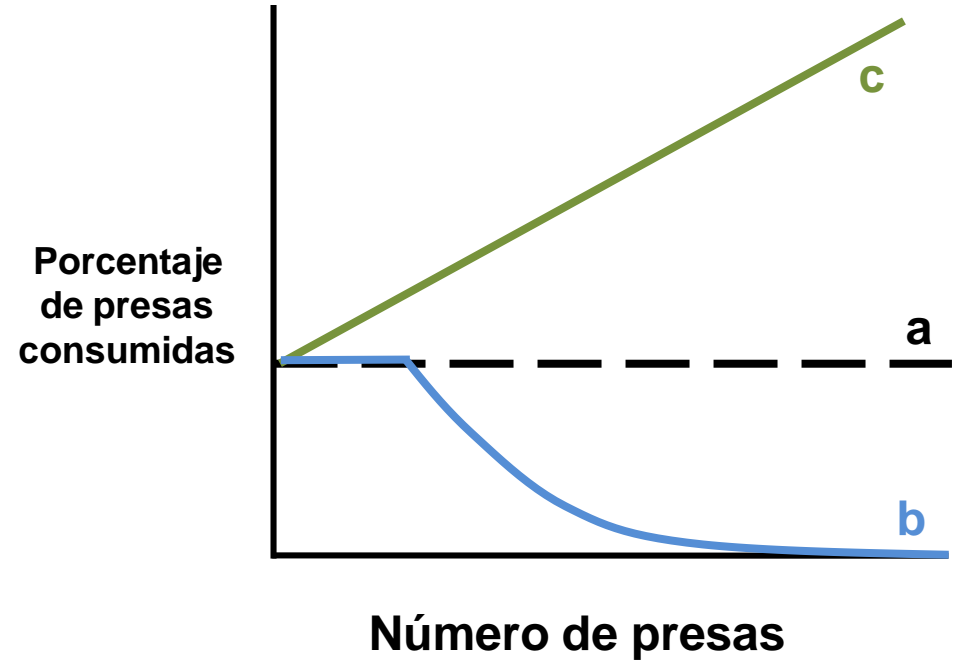
Respuesta total



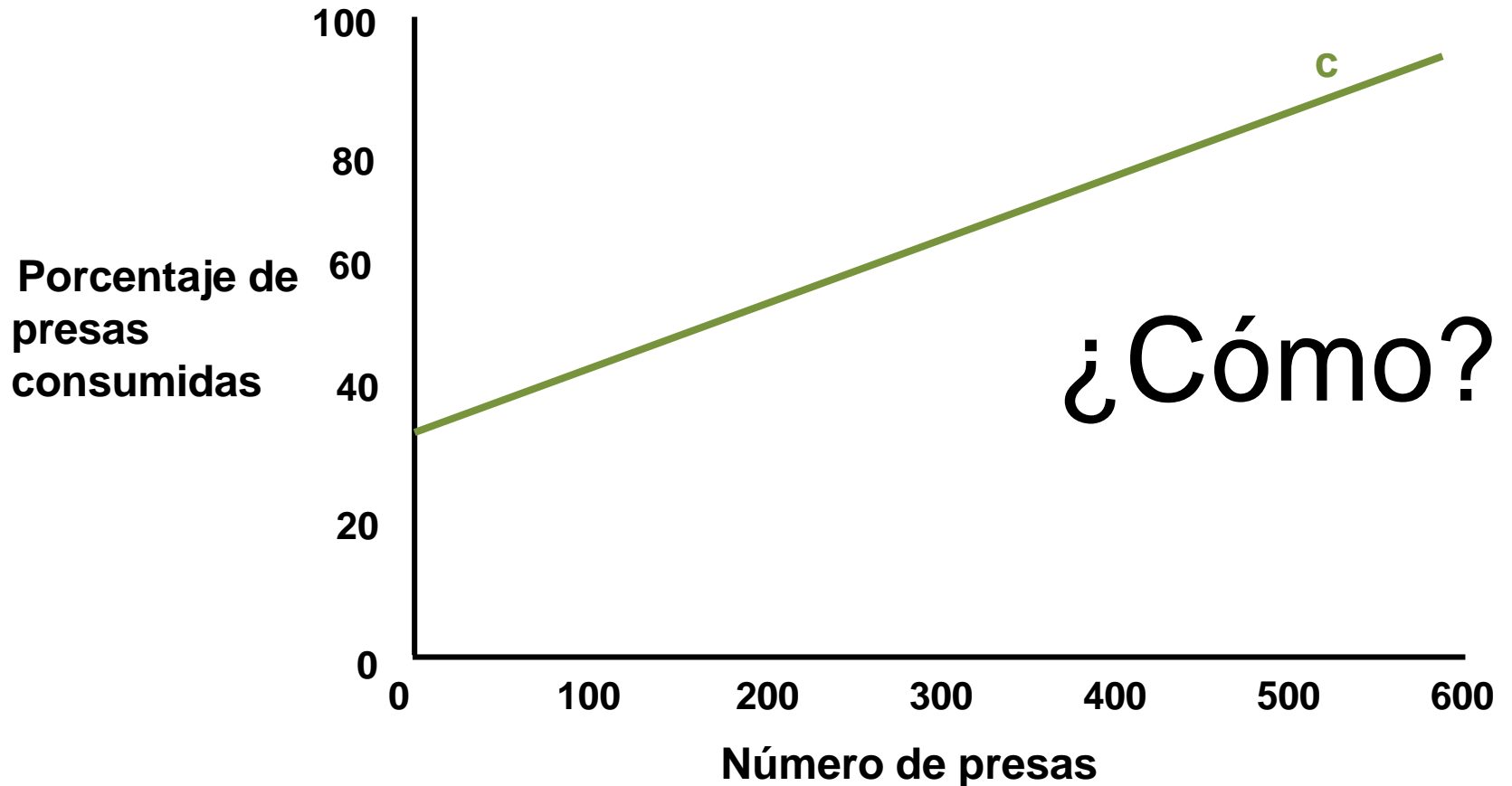
Respuesta numérica



Respuesta total



Dependencia a la densidad positiva



Hipótesis de la Concentración de Recursos

Es más factible que un depredador
especialista
encuentre a sus presas,
y sea exitoso
cuando las presas tienen densidades
elevadas

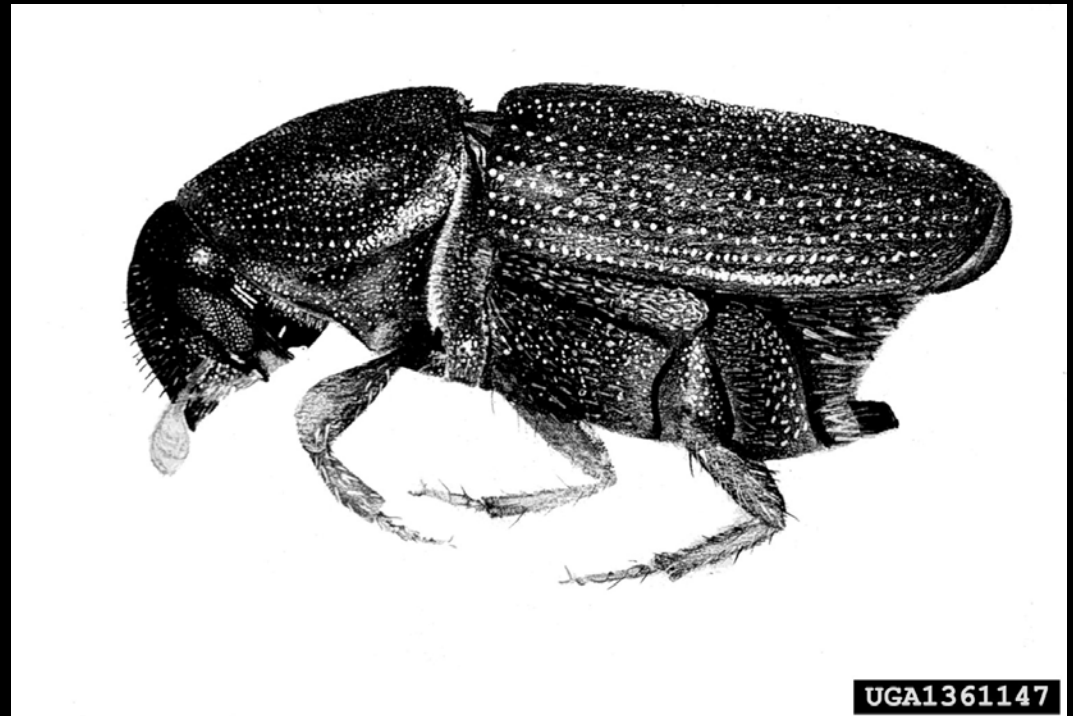
(Root 1973)



Olmo americano
(*Ulmus americana*)



Escarabajo NATIVO de la corteza del Olmo
(*Hylurgopinus rufipes*)



Escarabajo EUROPEO de la corteza del Olmo
(*Scolytus multistriatus*)



UGA1254012

Galerias de las larvas

Enfermedad del Olmo de Holanda

Ophiostoma ulmi

y

O. nova-ulmi

Introducidas a los EUA
en 1928





**El Olmo americano fue
completamente eliminado de las
calles de EUA con**

MORTALIDAD del 100%



**Aunque todavía
persisten
pequeñas
poblaciones de
olmos con bajas
densidades en
zonas
“silvestres”**



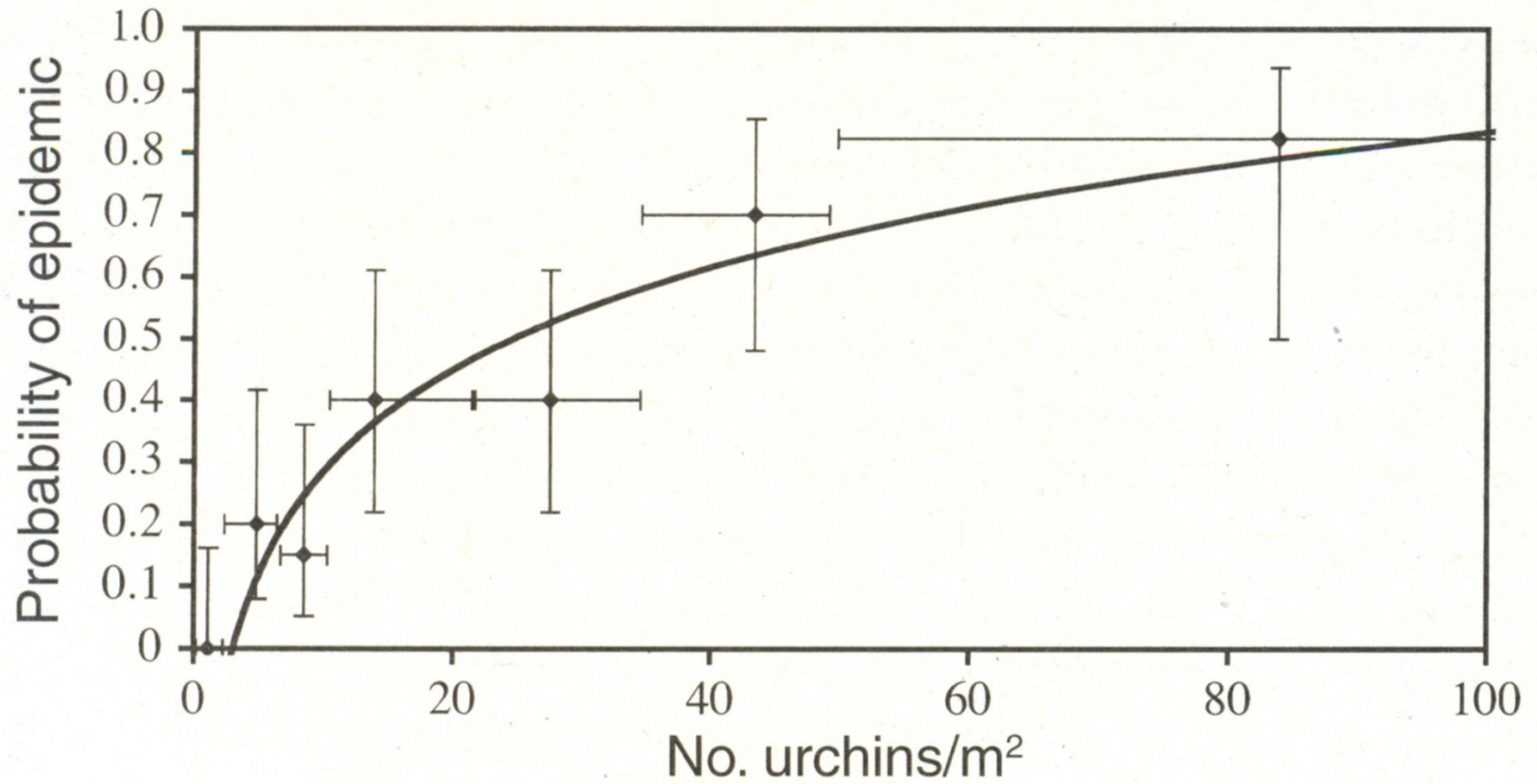
Erizo púrpura
(*Stongylocentrotus*
purpuratus)

Costas de California

Enfermedad bacteriana

(Lafferty 2004)





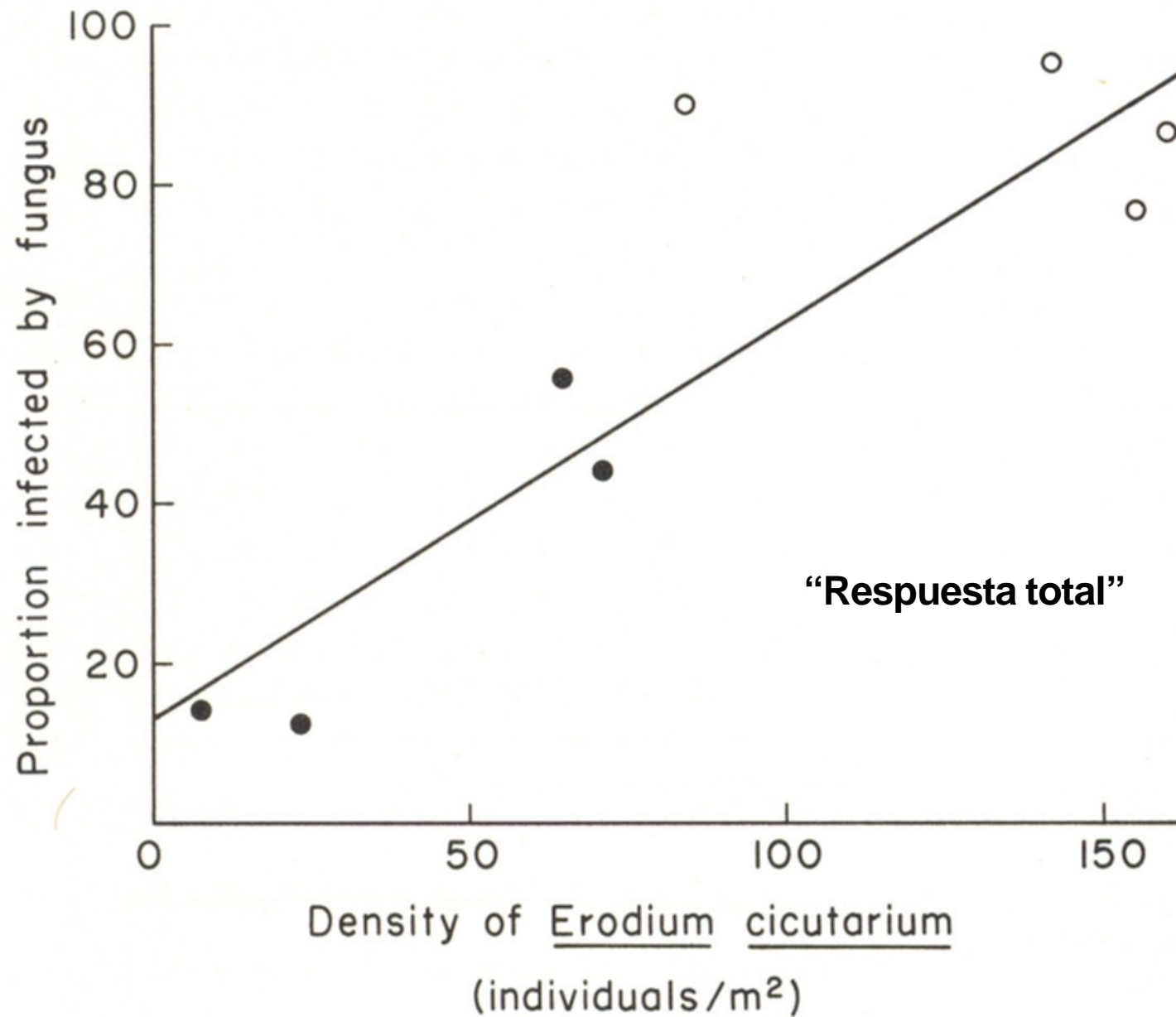
Lafferty (2004)

Desierto de Sonora





Erodium cicutarium



Brown et al. (1986)

Conclusiones hasta el momento :

Las presas pueden sufrir más daño *per capita*, cuando son atacadas por algún depredador especialista, como algunos parásitos.

¿Por qué?

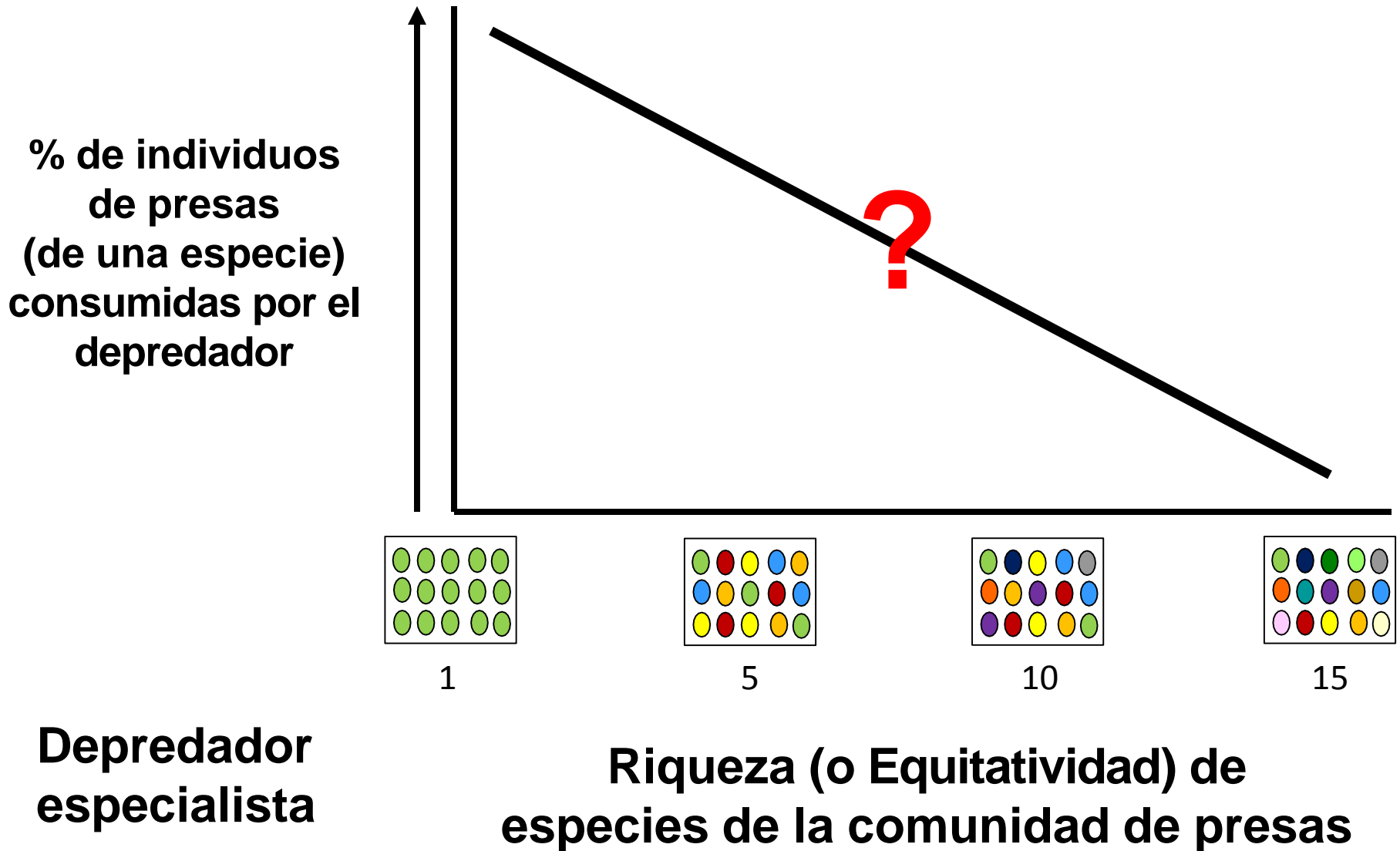
Hipótesis de la Concentración de Recursos (HCR)

Es más factible que un depredador
especialista
encuentre a sus presas,
y sea exitoso
cuando las presas tienen densidades
elevadas

Preguntas sobre depredación

- 1) ¿Qué factores estabilizan la relación presa-depredador?
- 2) ¿Cuáles son los efectos de la depredación en las características de las comunidades de presas?
- 3) ¿Cómo es que los depredadores responden a variaciones en las densidades de las presas?
- 4) ¿Cómo es que los depredadores responden a variaciones en la Riqueza y Equitatividad de las presas?
- 5) ¿Qué pasa cuando hay tres o más niveles tróficos?

Dependencia a la Diversidad Negativa



¿Por qué la dependencia a la diversidad es negativa?

- **Normalmente, individuos de una especie son menos abundantes cuando la diversidad es alta**
 - Entonces: La Concentración de Recursos (denso dependencia) es importante
- **Pero hay otra razón:**
 - **Resistencia por asociación**

Resistencia por Asociación

Reducción en la pérdida de individuos por depredación cuando la especie de presa se encuentra asociada espacialmente con otra especie menos “comestible” – o de alguna forma ofensiva – para los depredadores.

Hay (1986)

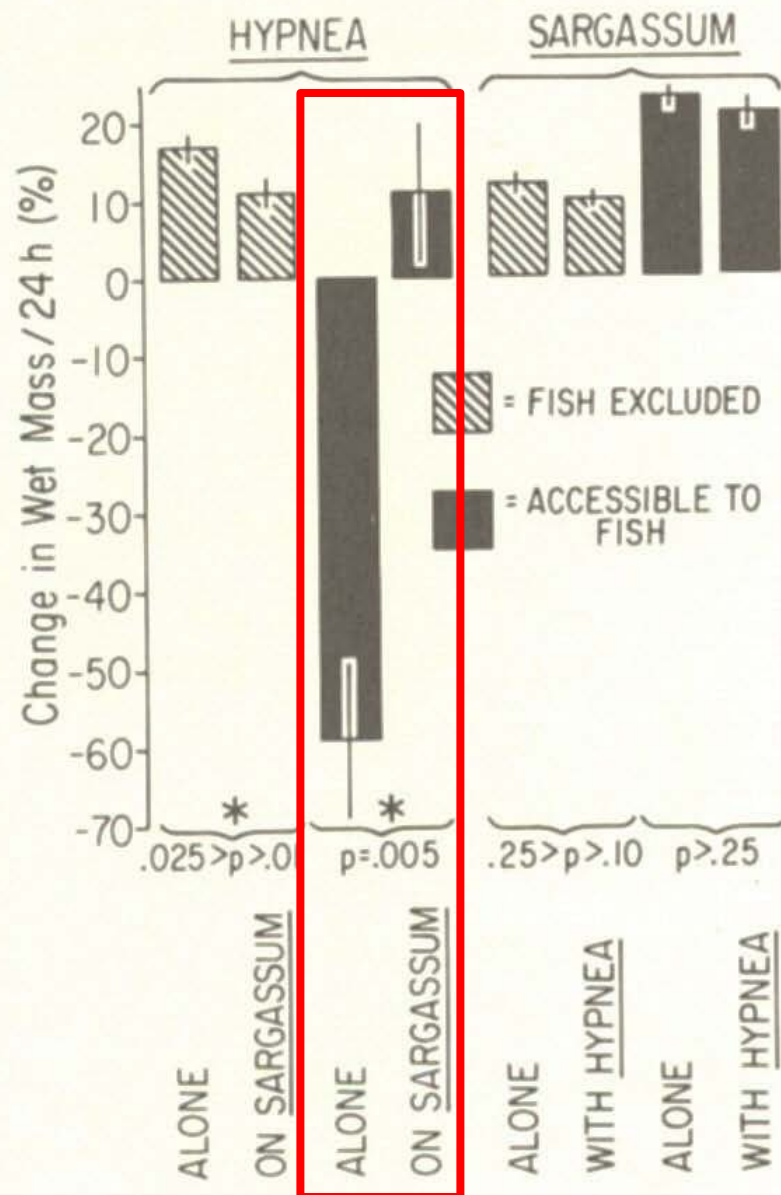
Depredación de peces en algas

***Hypnea* sp.
(preferida por los
peces)**



***Sargassum* sp.
(evadida por los
peces)**

DURATION = 32h for Accessible to fish,
152h for Fish excluded



Resistencia por Asociación

Reducción en la pérdida de individuos por depredación cuando la especie de presa se encuentra asociada espacialmente con otra especies menos “comestible” – o de alguna forma ofensiva – para los depredadores.

¡Es bastante común! Revisión de literatura:

Barbosa et al. (2009) Associational resistance and associational susceptibility. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 40:1-20.

Razones por la Dependencia a la Diversidad Negativa

- 1) Abundancia individual disminuye con aumento de riqueza de especies (HCR)**
- 2) Resistencia por Asociación**
- 3) Hipótesis de Enemigos**

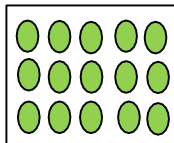
Hipótesis de los Enemigos

- **Otra explicación de la dependencia a la diversidad negativa**
 - Pimental (1969), Root (1973), Letourneau (1987)
- **“Cuando la riqueza de especies de plantas incrementa, hay un incremento en la abundancia de enemigos naturales de los herbívoros”**
 - *“enemigos” son atraídos a fuentes de comida alternativas, hábitat, etc.*

Hipótesis de los Enemigos

**Si la Riqueza de
especies de
plantas es baja**

Herbívoros



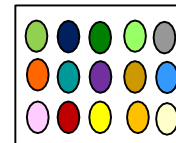
1 sp de planta

**Si la Riqueza de
especies de
plantas es alta**

Enemigos



Herbívoros



15 sp de plantas

Hipótesis de los Enemigos

- Ejemplo: Letourneau (1987)
- Trabajo con plantíos de maíz y calabaza
- Herbívoro especialista de calabaza
 - *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera)
- Enemigos: *Diaphania* es atacado por una avispa parasítica
- Avispas son muchas más abundantes en mezclas de maíz-calabazas que en monocultivos de calabaza

Entonces:

Cantidad de depredación por un depredador especialista

- Puede incrementar con la densidad de la presa

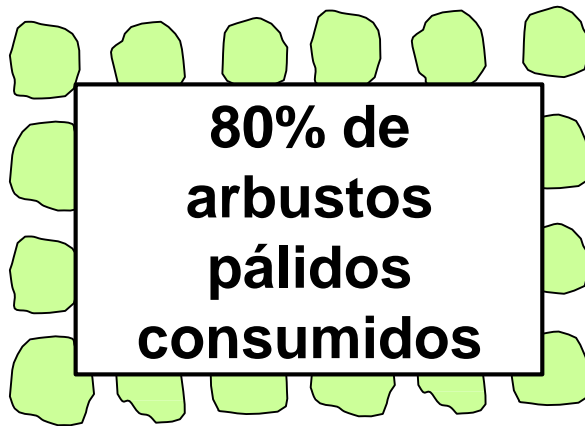
Denso dependencia positiva

- Pueden declinar con la diversidad de la comunidad de presas

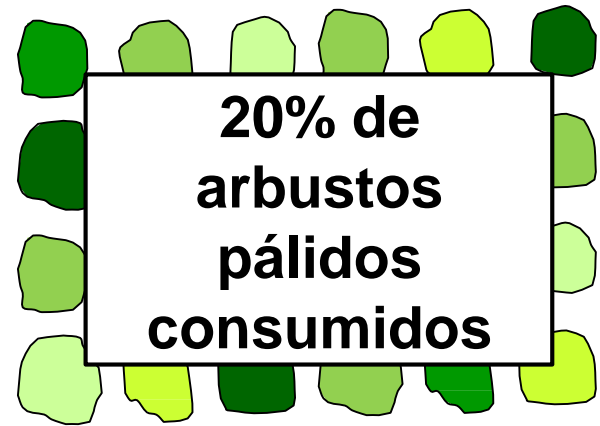
Dependencia a la Diversidad negativa

Diversidad en la comunidad de presas y un depredador especialista

Dos comunidades de arbustos



Una especie



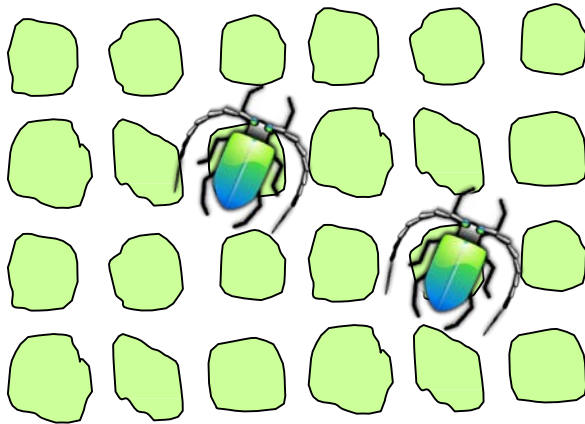
Muchas especies



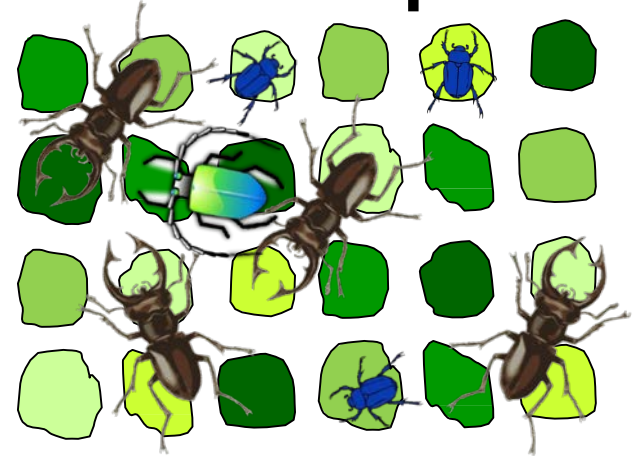
**Depredador especialista en
especies de arbustos pálidos**

Por qué la depredación es menor cuando la diversidad de la comunidad de las presas es mayor?

Una especie



Muchas especies



- (1) Denso dependencia positiva (hipótesis de la concentración de recursos)**
- (2) Resistencia por asociación**
- (3) Hipótesis de los enemigos**

Dependencia a la Diversidad Negativa Implicaciones para la agricultura y la acuacultura



Monocultivos
*Comunes en agricultura,
silvicultura, y
acuacultura*

“Efecto de Monocultivo”

Porcentaje de cultivo dañado por depredadores es mayor en monocultivos que en comunidades o cultivos diversos

Debido a:

- 1) denso dependencia positiva**
- 2) resistencia por asociación**
- 3) enemigos de herbívoros**

Alternativas a los Monocultivos

Cultivos mixtos



**Cultivo mixto
de frijoles,
papas,
girasoles y
maíz**

Kenya Agricultural Research Institute, Embu, Kenya

¿Funcionan los cultivos mixtos?

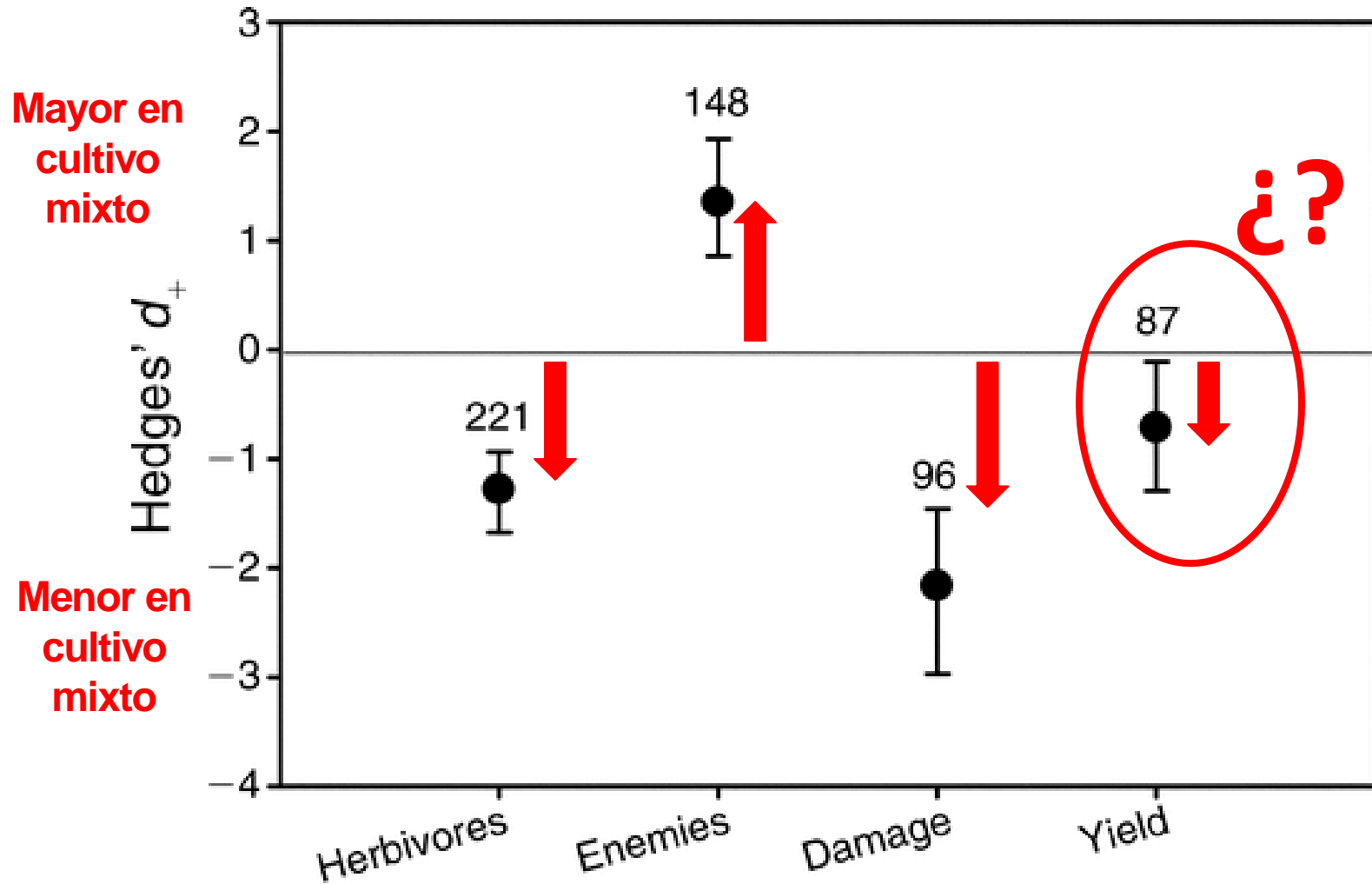
Letourneau et al. (2011)

- Revisión de literatura
- Meta-análisis
 - 552 experimentos en 45 artículos
- La diversidad de plantas
 - Reduce la abundancia de herbívoros?
 - Incrementa la abundancia de enemigos de herbívoros?

Letourneau et al. (2011): meta-análisis

- ¿Cómo evaluar los efectos de cultivo mixtos?
 - Comparar **Monocultivos y Cultivos mixtos**
 - Efectos evaluados:
 - **Abundancia de herbívoros**
 - **Abundancia de enemigos de herbívoros**
 - **Daño a los cultivos**
 - **Productividad de los cultivos**
 - Calcularon Hedge's d_+ (medida del efecto)

Efecto en cultivo mixto menos monocultivo



¿Por qué la productividad disminuyó?

Letourneau et al. dicen: “Esquemas de diversificación y reducción de plagas interfieren con la producción”

- *¿Densidades más bajas en los cultivos?*
- *¿Competencia?*

La reducción en producción podría ser compensada por:

- **Costos de pesticidas**
- **Beneficios ambientales**

¿Funcionan los cultivos mixtos?

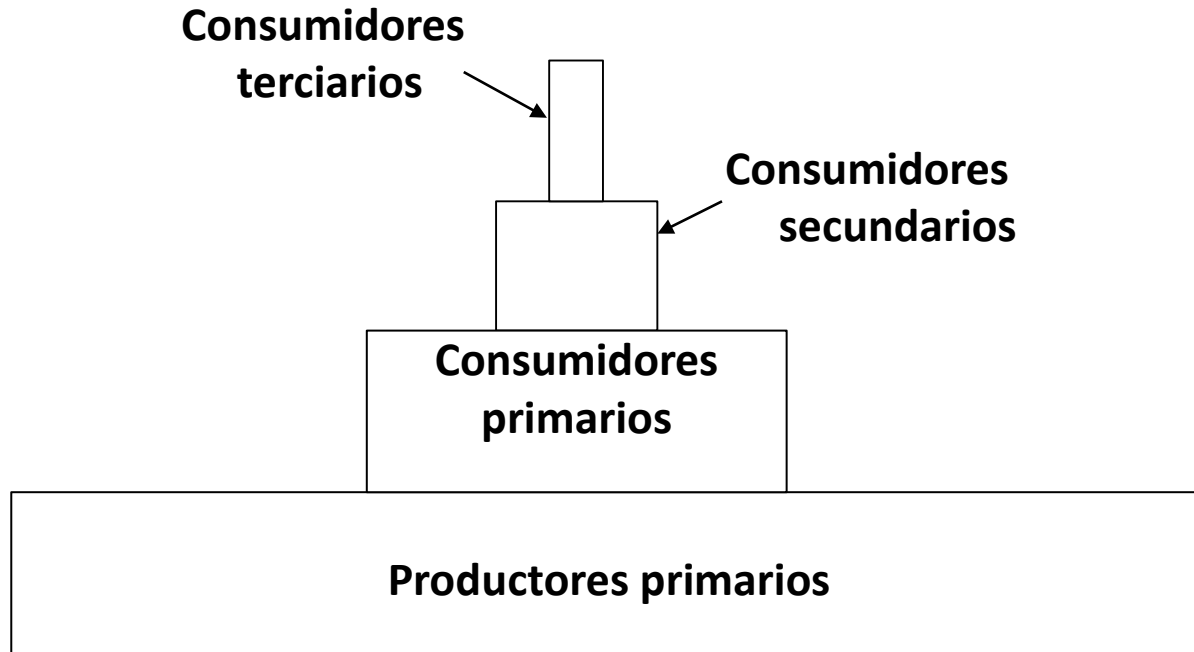
(Conclusiones de Letourneau et al.)

- **Menos herbívoros**
- **Más enemigos de herbívoros**
- **Menos daños causados por los herbívoros**
- **PERO menor producción**

Preguntas sobre depredación

- 1) ¿Qué factores estabilizan la relación presa-depredador?
- 2) ¿Cuáles son los efectos de la depredación en las características de las comunidades de presas?
- 3) ¿Cómo es que los depredadores responden a variaciones en las densidades de las presas?
- 4) ¿Cómo es que los depredadores responden a variaciones en la Riqueza y Equitatividad de las presas?
- 5) ¿Qué pasa cuando hay tres o más niveles tróficos?

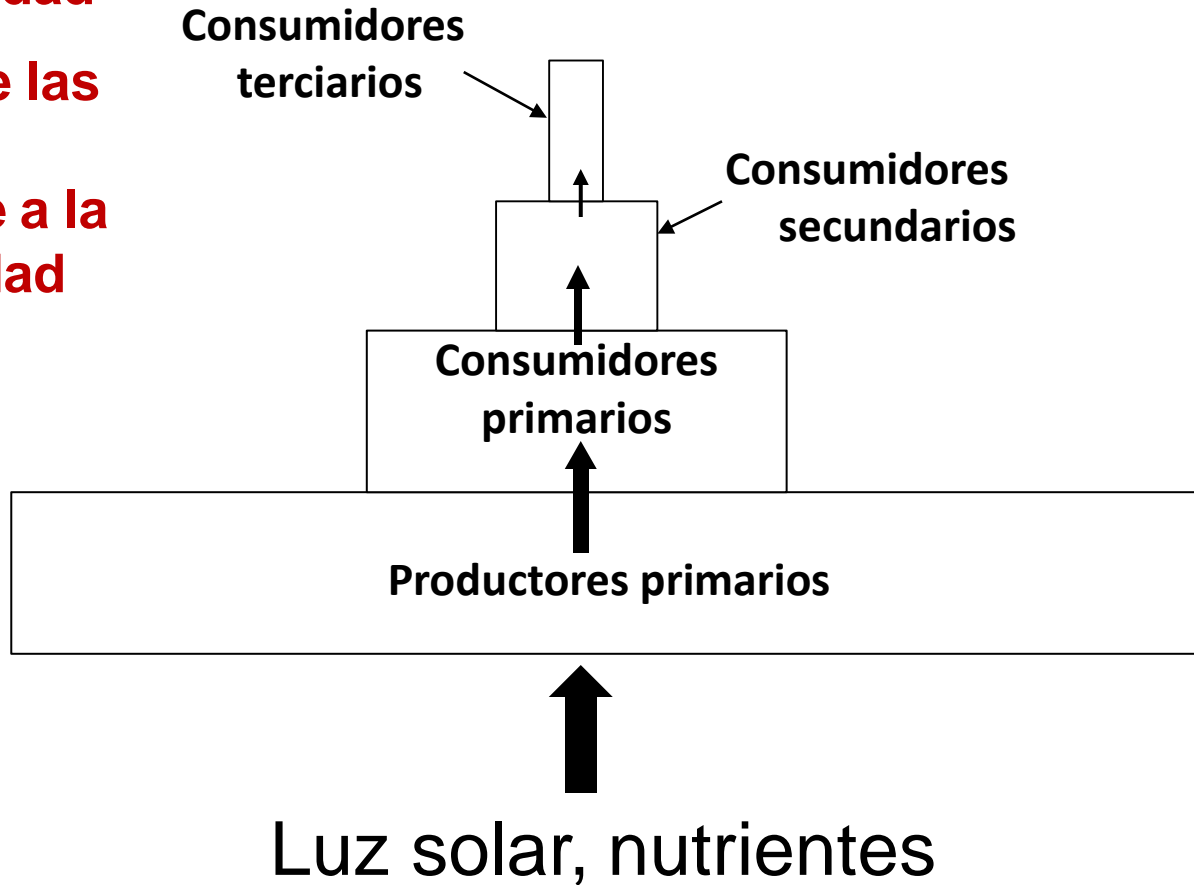
Depredación en tres o más niveles tróficos



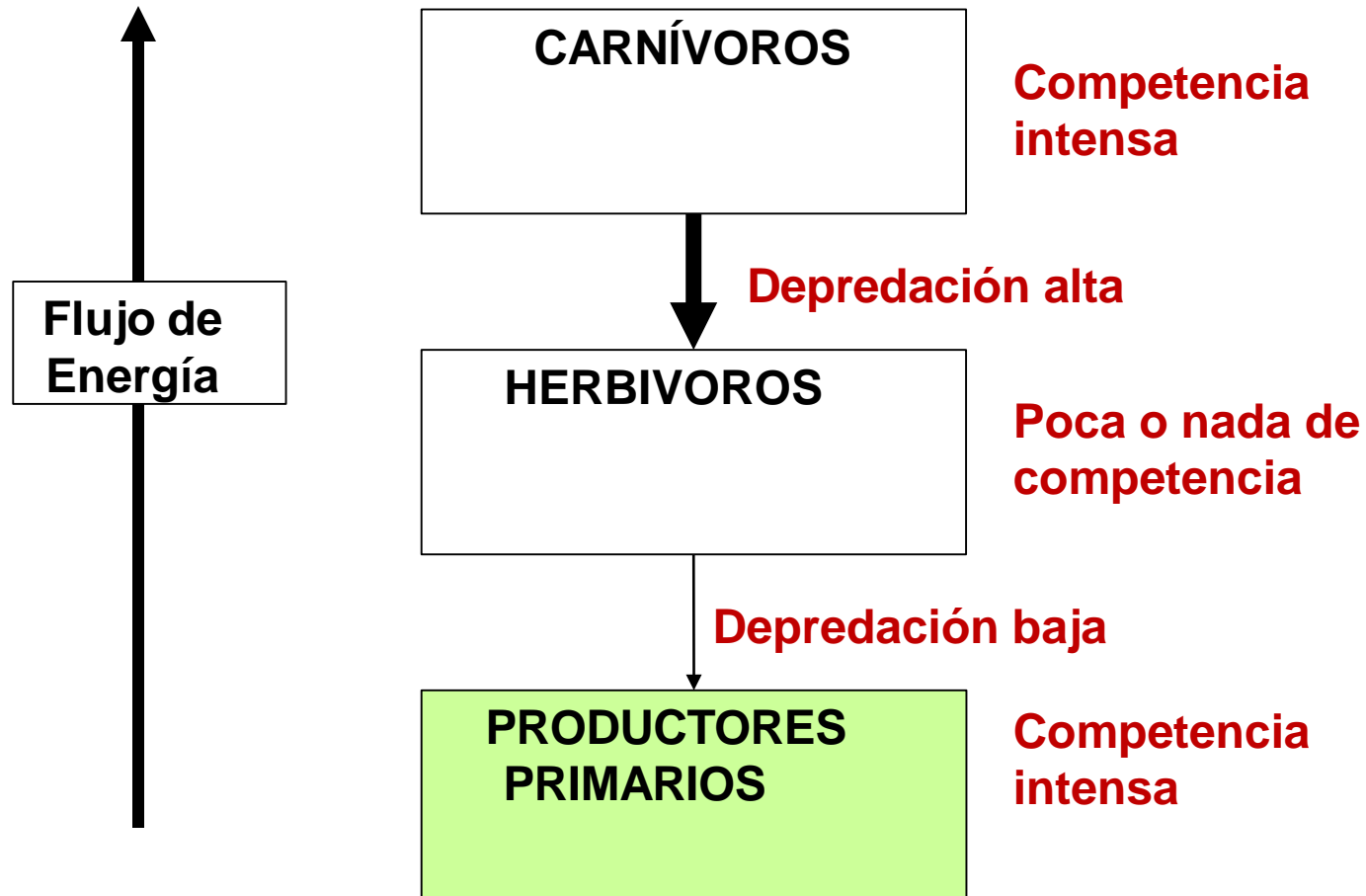
Control “Bottom up” de abajo hacia arriba

Pirámide de Productividad

El ancho de las
cajas es
equivalente a la
productividad



Control “Top Down” de arriba hacia abajo



Hairston, Smith, and Slobodkin (1960)

Hairston, Smith, y Slobodin predijeron:

- **Carnívoros limitan a los herbívoros**
- **Herbívoros no compiten por las plantas**
- **Plantas sufren relativamente poca depredación (herbivoría)**
- ***Entonces, el mundo debería de ser “verde”***

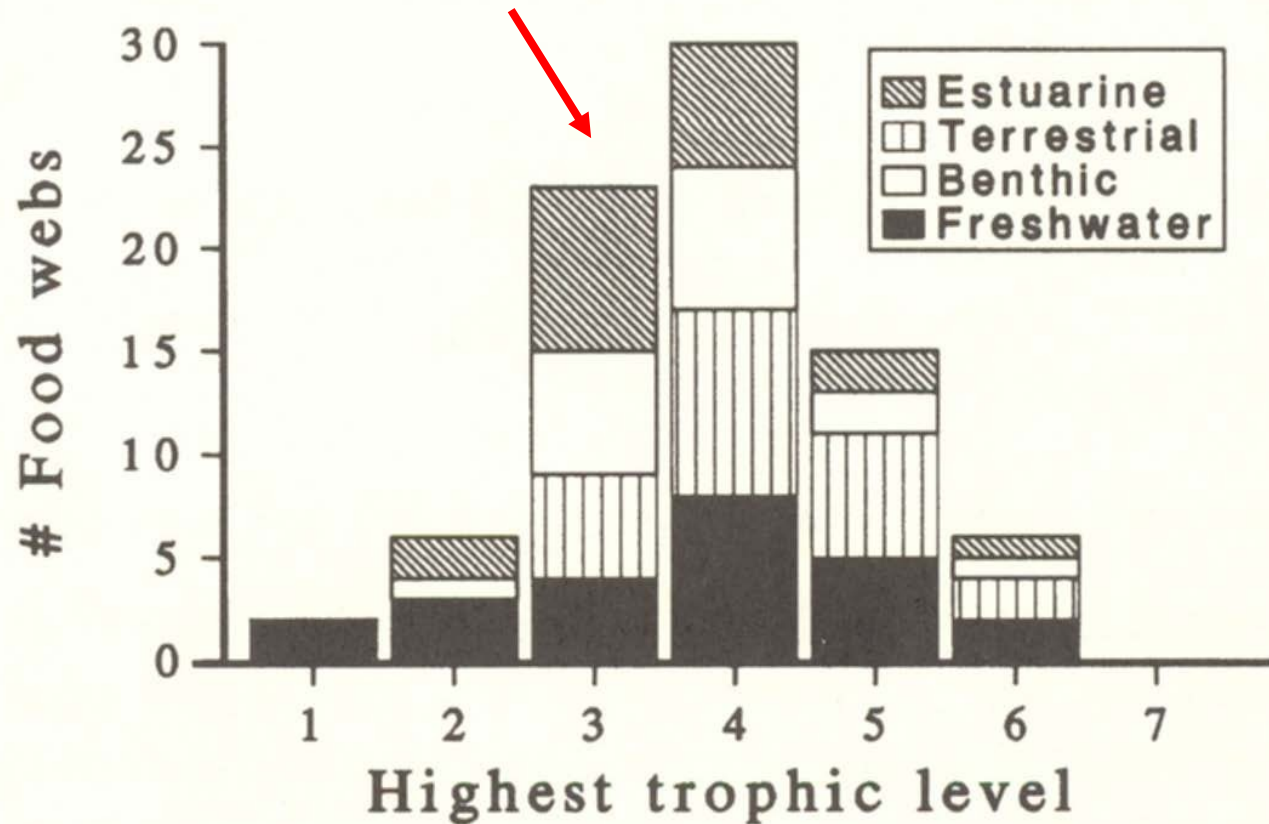
T. Schoener (1983)

- Revisó todos los experimentos de campo que probaron la existencia de competencia
- Encontró muy poco soporte para Hairston, Smith y Slobodkin
 - *herbívoros frecuentemente compiten*

¿Como es que Hairston et al se equivocaron en su hipótesis de Control Top Down ?

¿Cuántos niveles tróficos tienen las comunidades?

HHS asumieron:

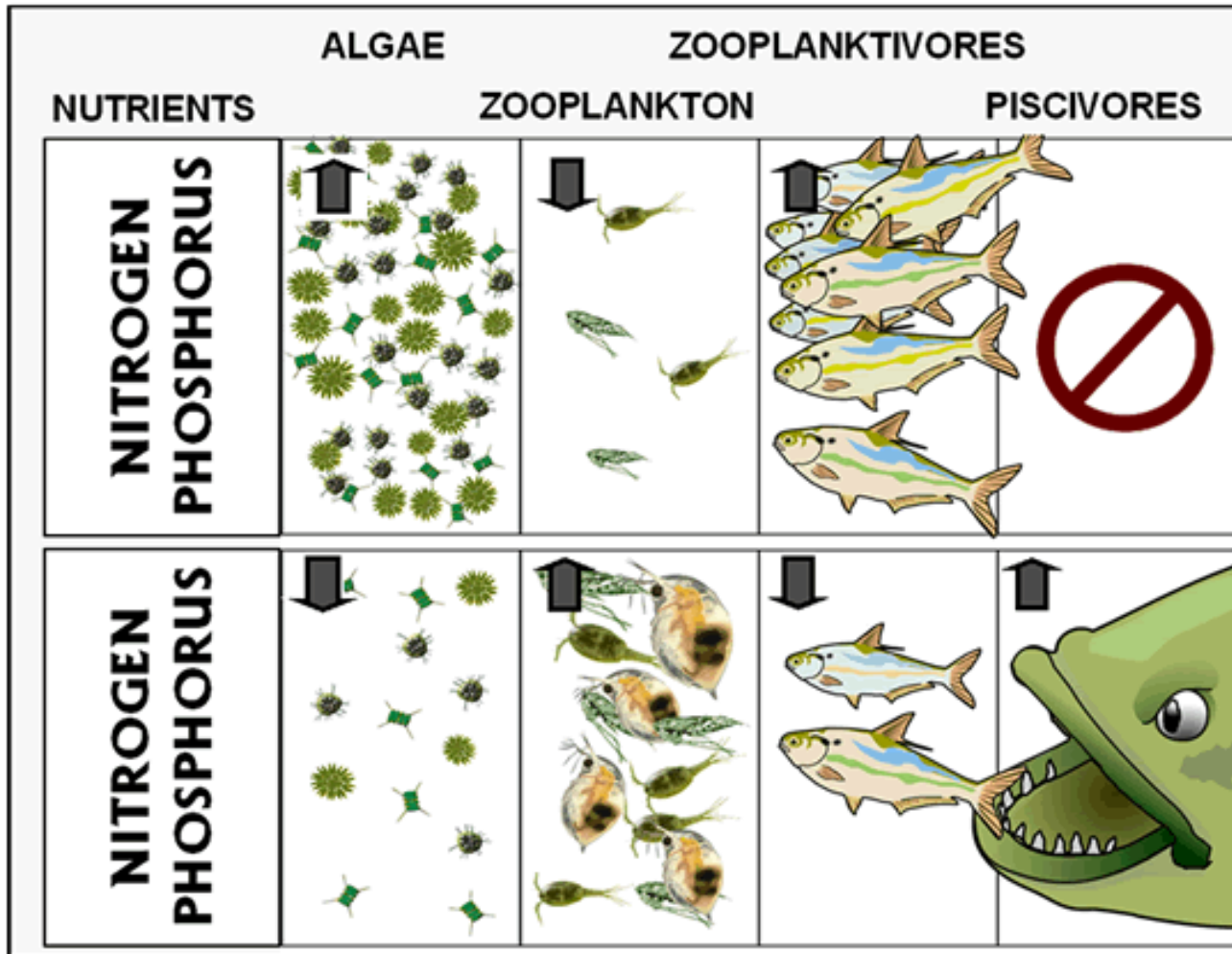


(Rosenzweig 1995, basado en Schoener 1989)

“Cascadas Tróficas

- **Carpenter, Kitchell, Hodgson (1985)**
- **Estudiaron lagos**
- **Normalmente lagos tienen 4 niveles tróficos:**
 - **Fitoplancton (algas)**
 - **Zooplancton (comen fitoplancton)**
 - **Peces planctívoros**
 - **Peces piscívoros**

Cascadas Tróficas en Lagos



Pes
piscívoro
Ausente

Pes
piscívoro
Presente

Probado por varios estudios incluyendo
Tronstad et al. (2010)

Cascadas tróficas

**Una interacción depredador-
presa en el tope de la cadena
trófica que tiene efectos en
la abundancia de especies en
más de un nivel trófico**

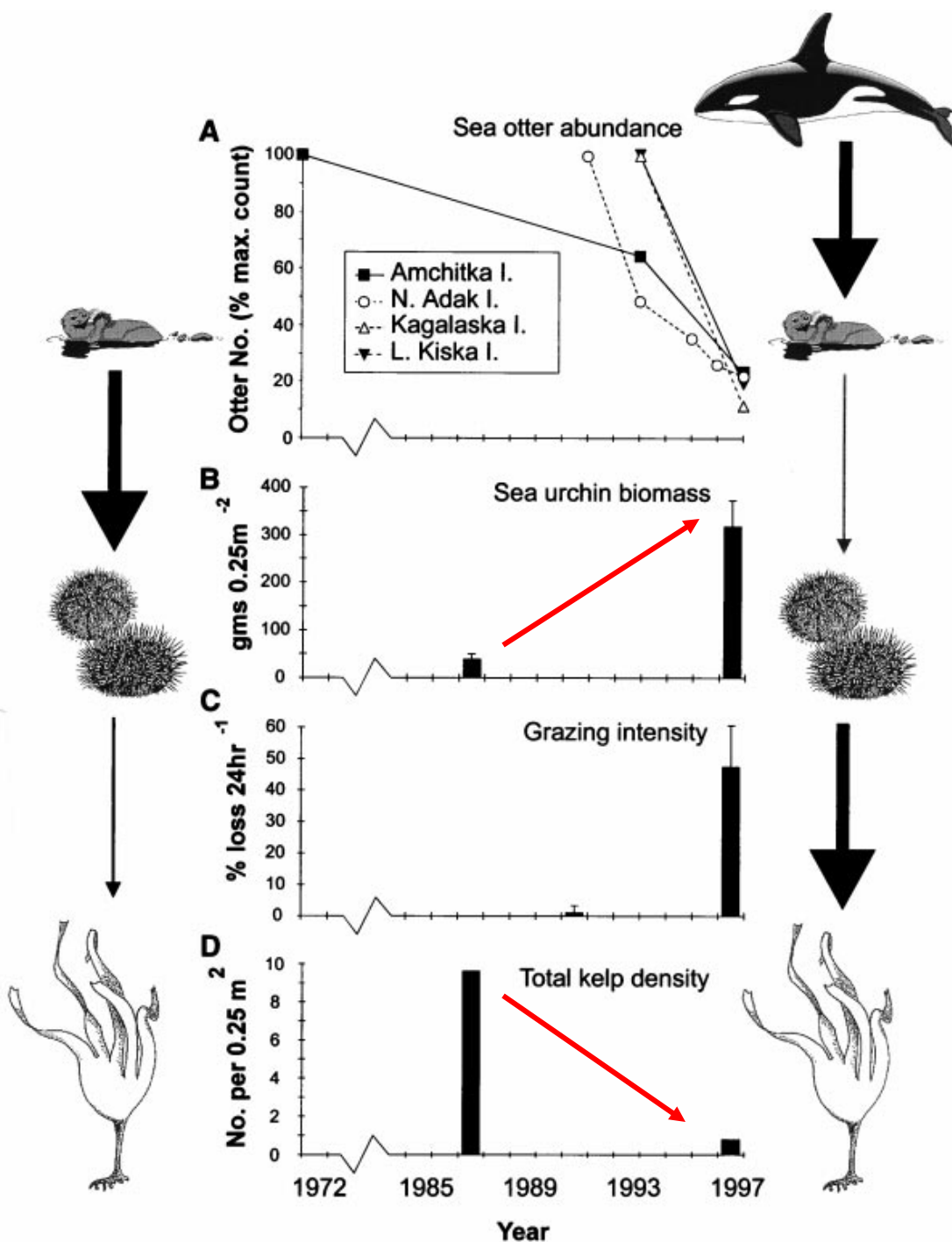
Carpenter, Kitchell, Hodgson (1985)

Cascadas tróficas

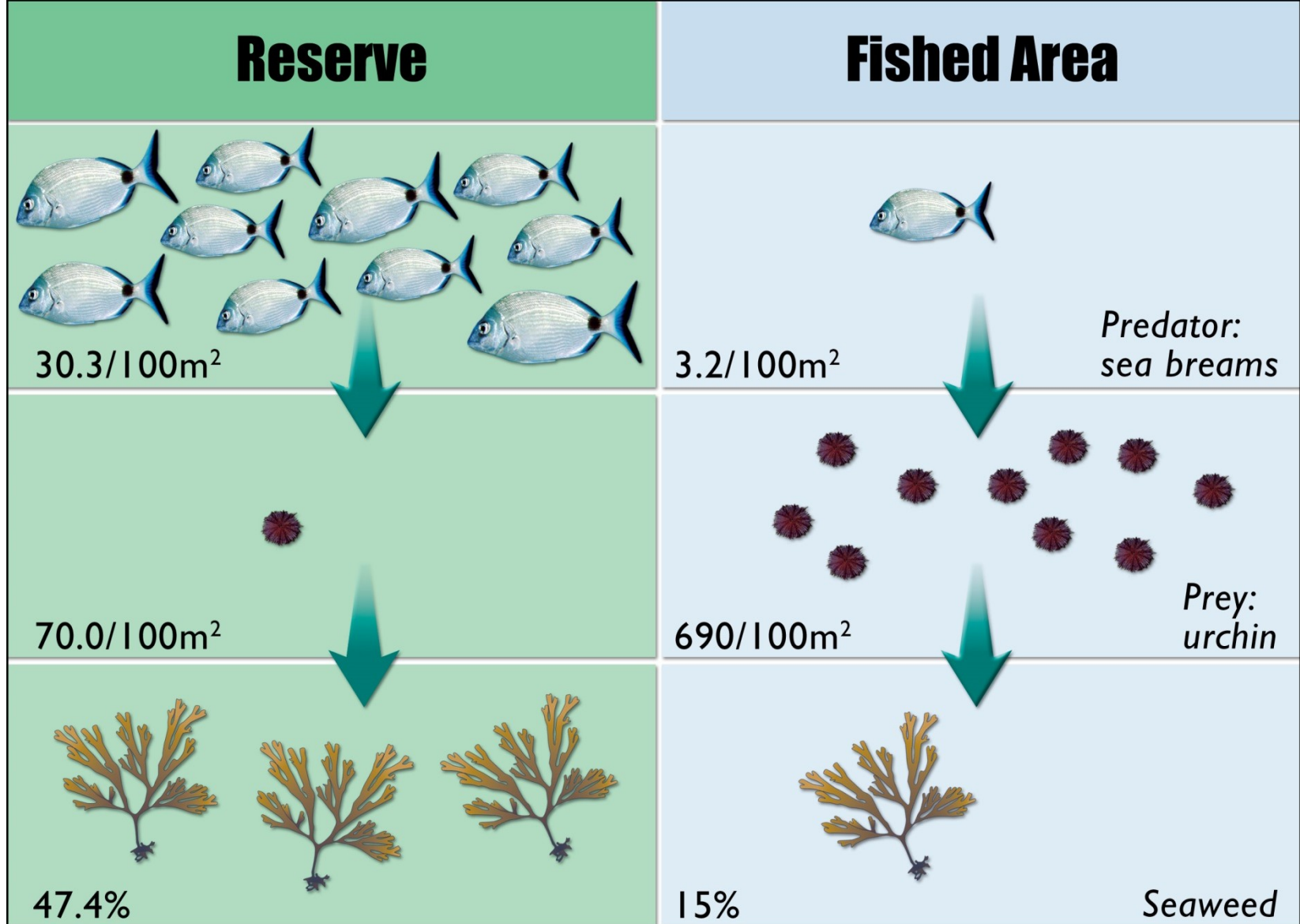


Nutrias marinas

Cascadas tróficas



Estes et al (1998)



In the no-take reserve within the Torre Guaceto MPA in Italy, abundant sea breams keep their urchin prey in check, enabling seaweeds to flourish. Outside of the reserve, urchin barrens are common. *Data: Guidetti (2006) Ecological Applications*

En el Oeste de Norte América

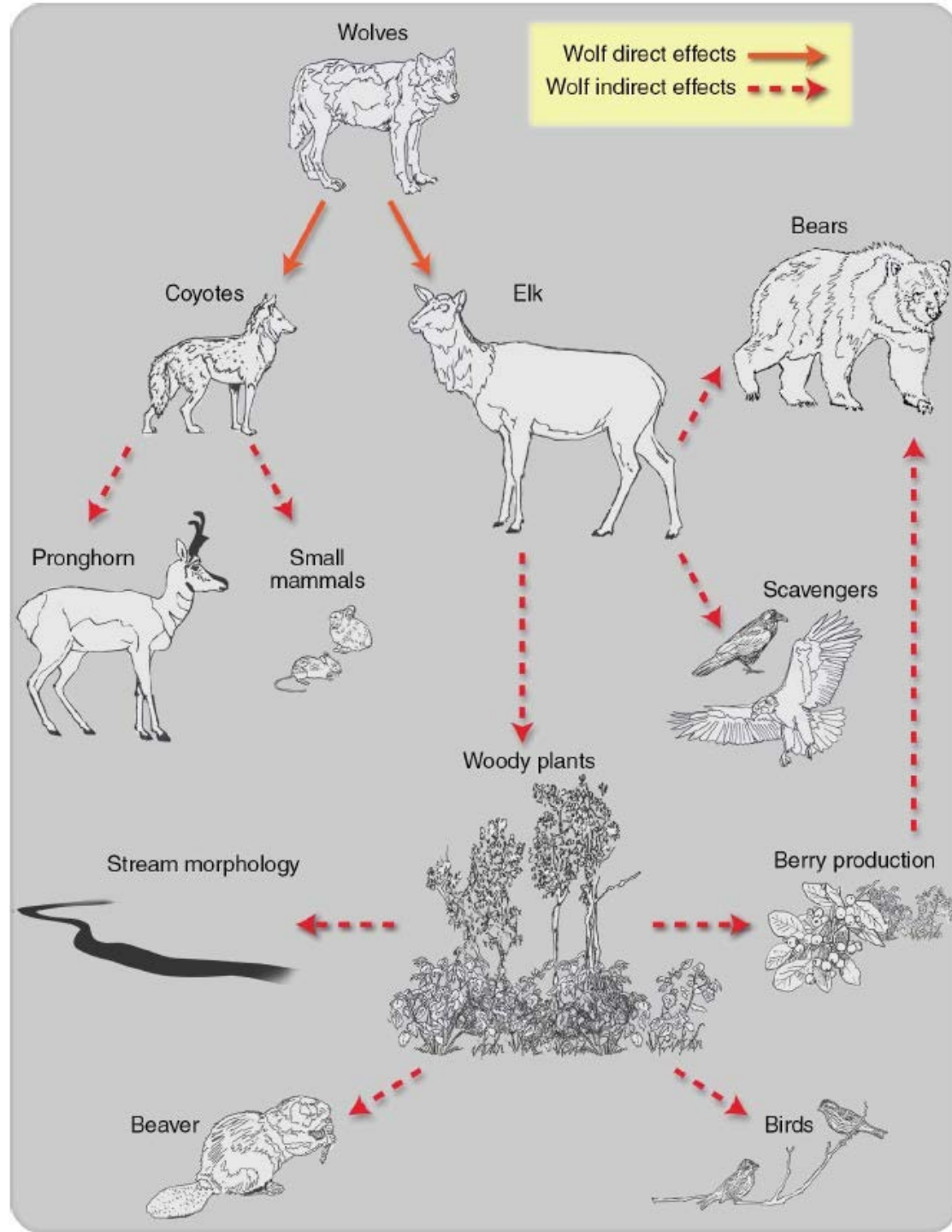
- En el siglo 20 los lobos grises (*Canis lupus*) fueron extirpados de EUA
- ¿Cómo es que los lobos afectan a las comunidades?
- Lobos comen ungulados
 - Sobre todo ciervo, *Cervus canadensis*
- Si los lobos controlan las poblaciones de ciervo:
 - La comida de los ciervos debería ser abundante
 - Otros animales que usan las plantas deberían ser abundantes



Ripple et al. (2014)

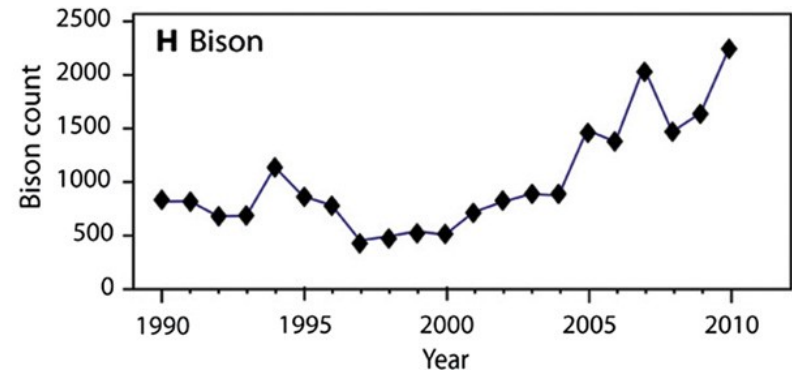
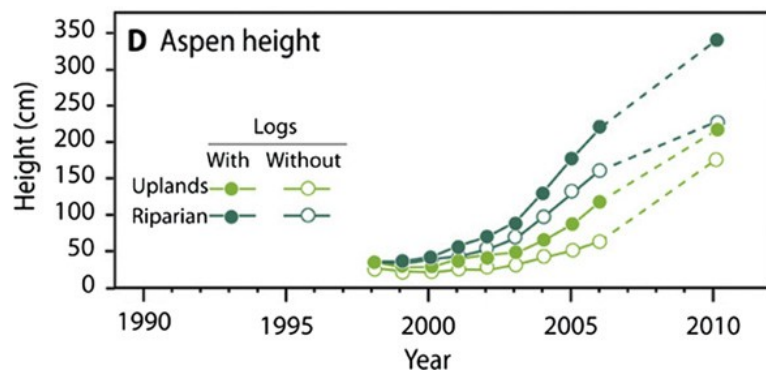
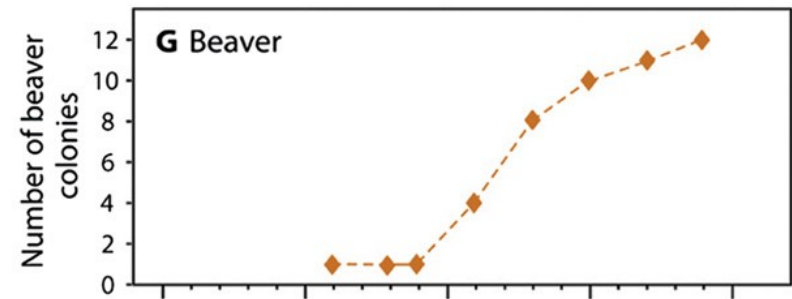
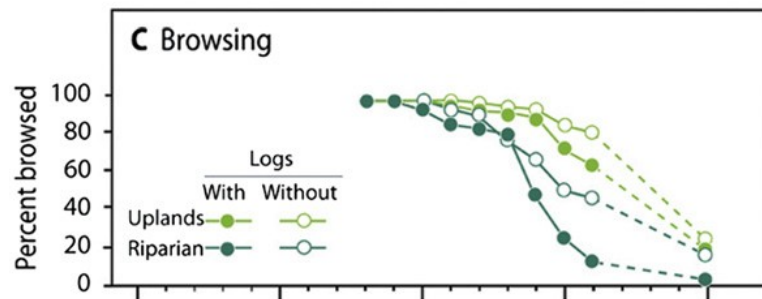
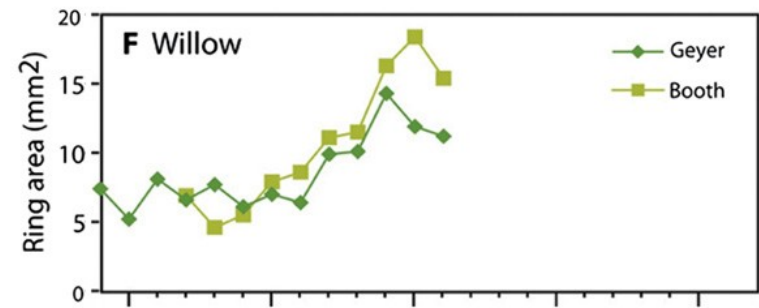
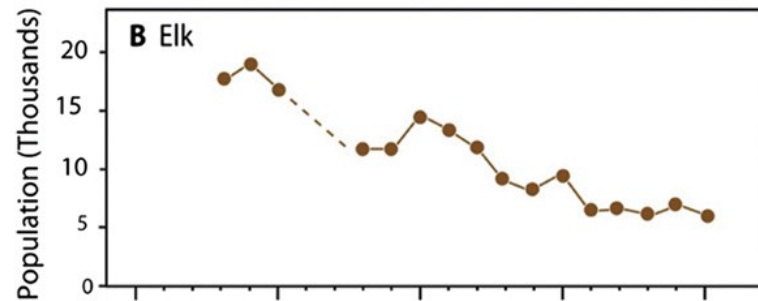
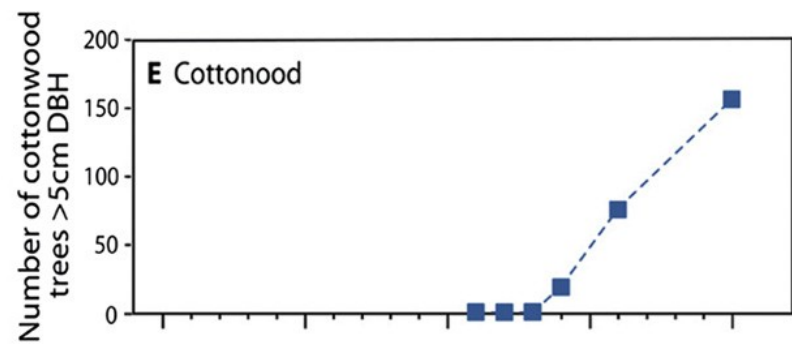
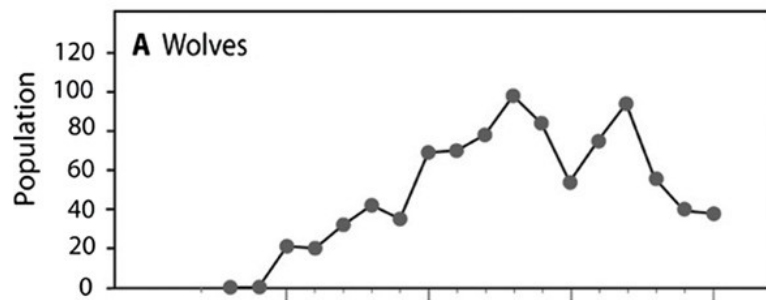
Cascada trófica

Oeste de Norte
América antes
de la
extirpación del
lobo



- **Yellowstone National Park, USA**
- **Reintroducción de lobos (*Canis lupus*) en 1995**
- **Ecólogos colectaron datos 1995-2010**
- **Recopilación en: Ripple y Beschta (2010)**

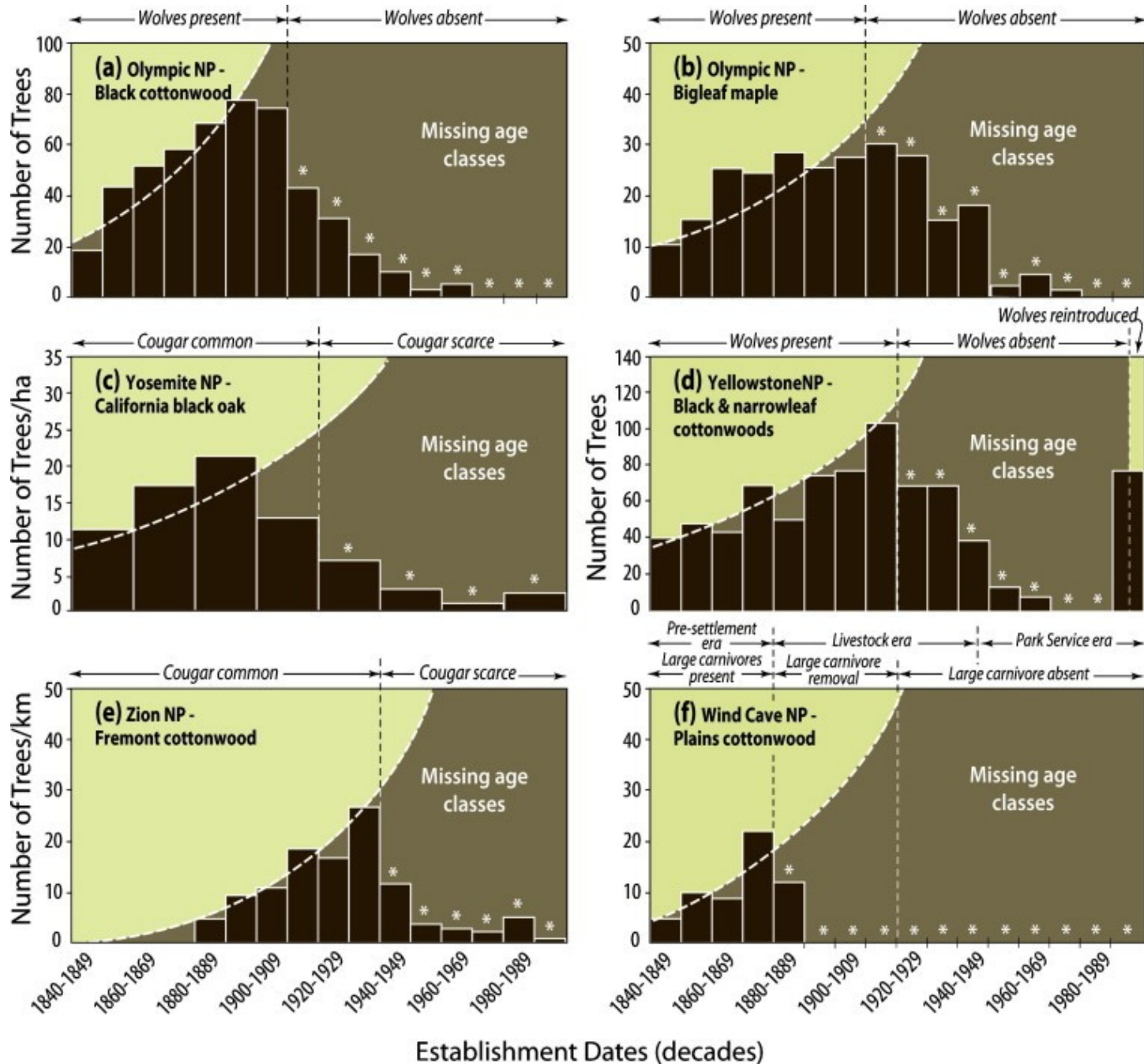
Nota: ¡los datos son solo correlaciones!



**Beschta and
Ripple (2009)**

**Parques
Nacionales
del Oeste de
EUA**

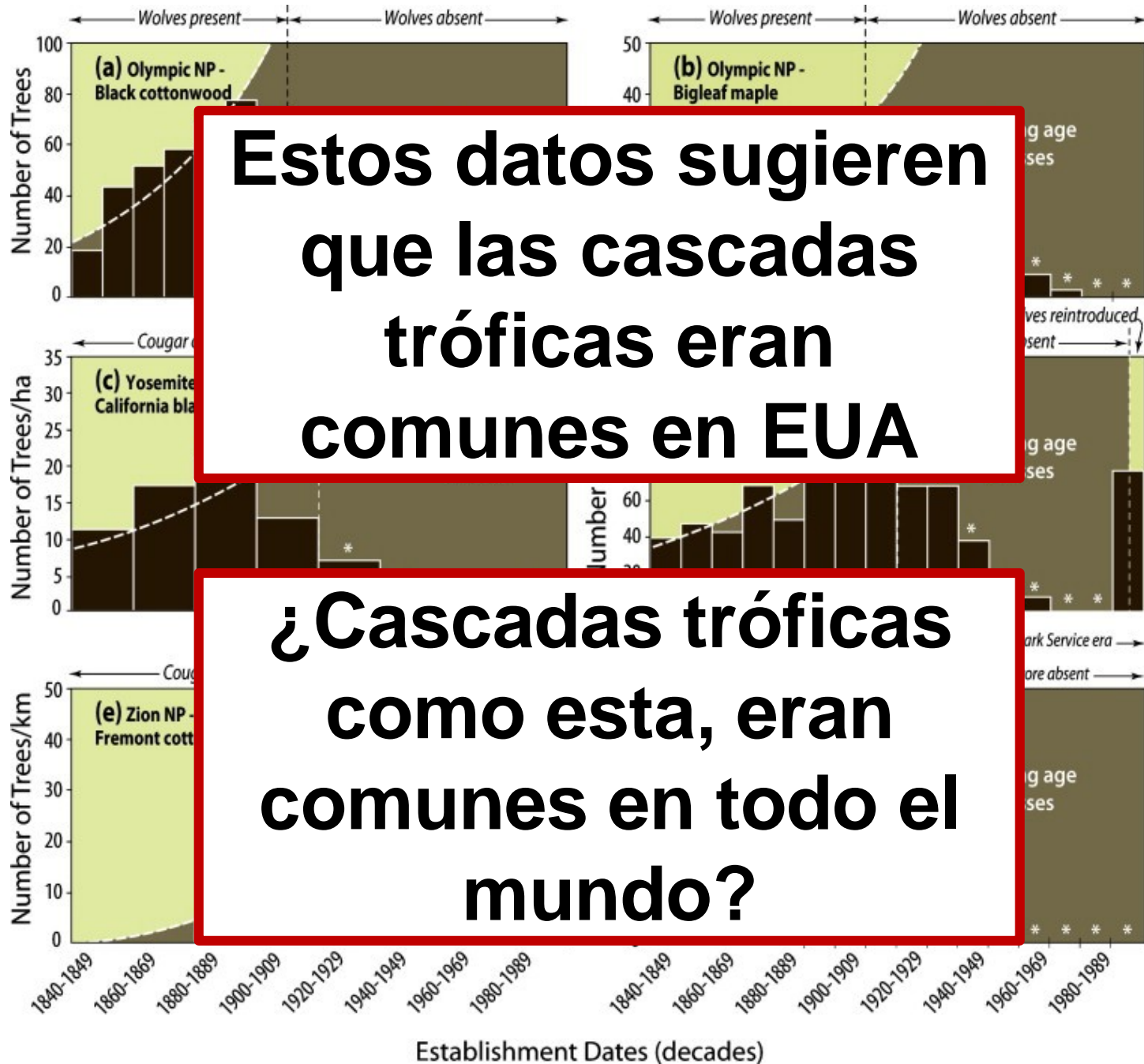
**Declive en el
establecimiento
de árboles
corresponde a
la eliminación
de los
depredadores**



**Beschta and
Ripple (2009)**

**Parques
Nacionales
del Oeste de
EUA**

**Declive en el
establecimiento
de árboles
corresponde a
la eliminación
de los
depredadores**



Effects after large carnivore decline

Large carnivore

Declining species

Increasing species

Sea otter
7 years



Kelp

Urchin

Dingo
50+ years



Dusky hopping mouse

Fox

Kangaroo

Grasses

Gray wolf
60+ years



Hardwood tree

Puma
60+ years



Hardwood tree

Herpetofauna

Butterflies

Deer

Lion & leopard
17 years



Small primate & ungulate

Olive baboon

-2.5

-2

-1.5

-1

-0.5

0

0.5

1

1.5

2

2.5

3

Log_{10} ratio effect size

Cascadas tróficas y ecosistemas nuevos (Wallach et al. 2015)

- **Especies no nativas pueden alterar a las comunidades nativas**
- **Depredadores tope (nativos) pueden prevenir que especies no nativas causen cambios significativos**
- **Ejemplo: En Australia, los dingos controlan las poblaciones de zorras y conejos (no nativas)**

Apex predator (dingo)



Introduced mesopredator (fox*)



Introduced herbivore (rabbit*)



(A)

(B)



Diverse native predators



(D)



Introduced small animal (cane toad*)



Diverse native plants



Introduced plants



**Dingos (nativos)
controlan a zorras
y conejos**

**Zorras (no nativas)
suprimen
depredadores
nativos pequeños**

**Conejos (no nativos)
suprimen a plantas
nativas**