

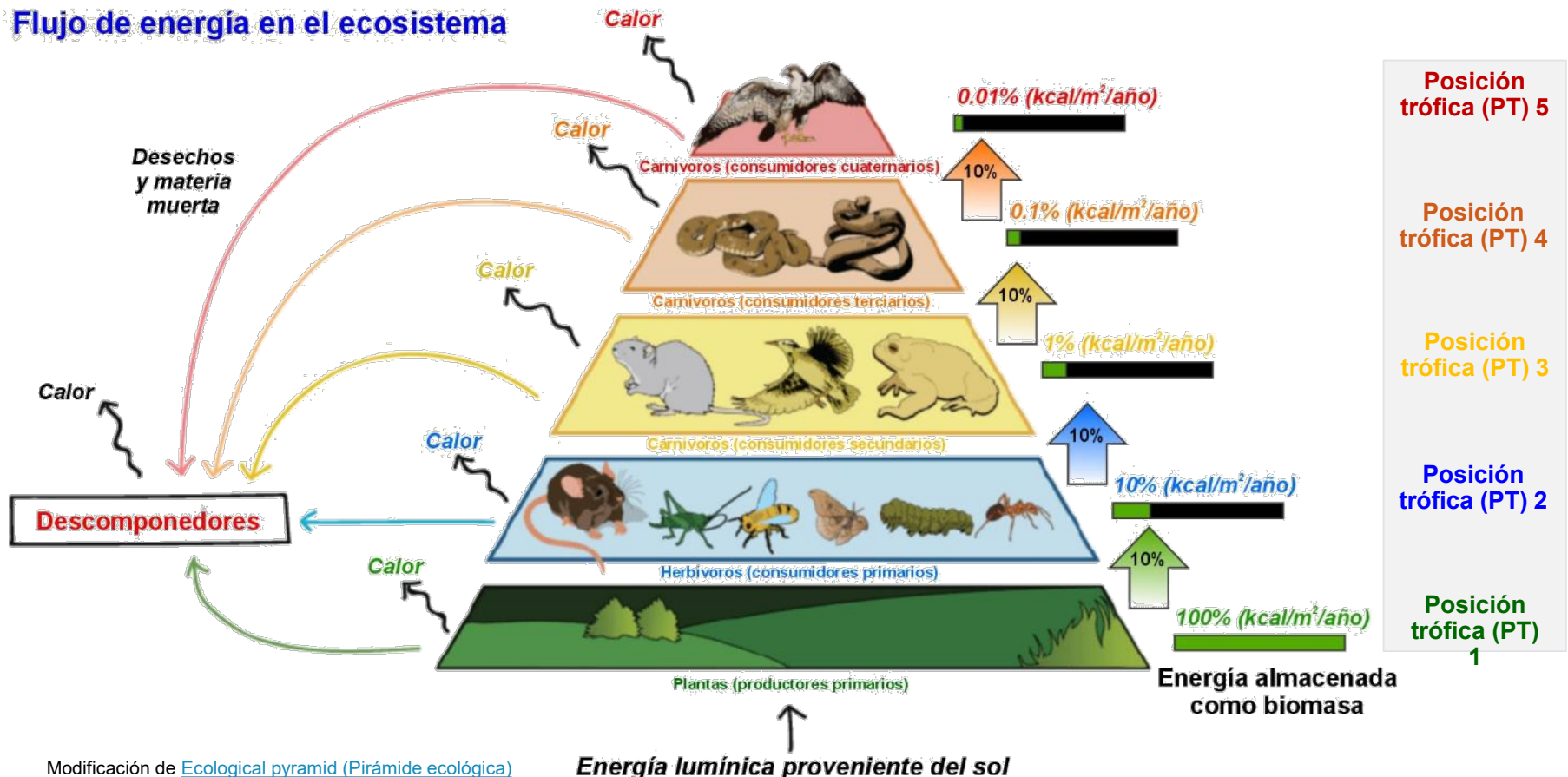
**Unidad 2**  
**Condiciones ambientales  
y organismos**

**Tema 7**  
**Adaptaciones de los animales**

**Heterótrofos:** organismos que consumen moléculas orgánicas producidas por autótrofos o por otros autótrofos

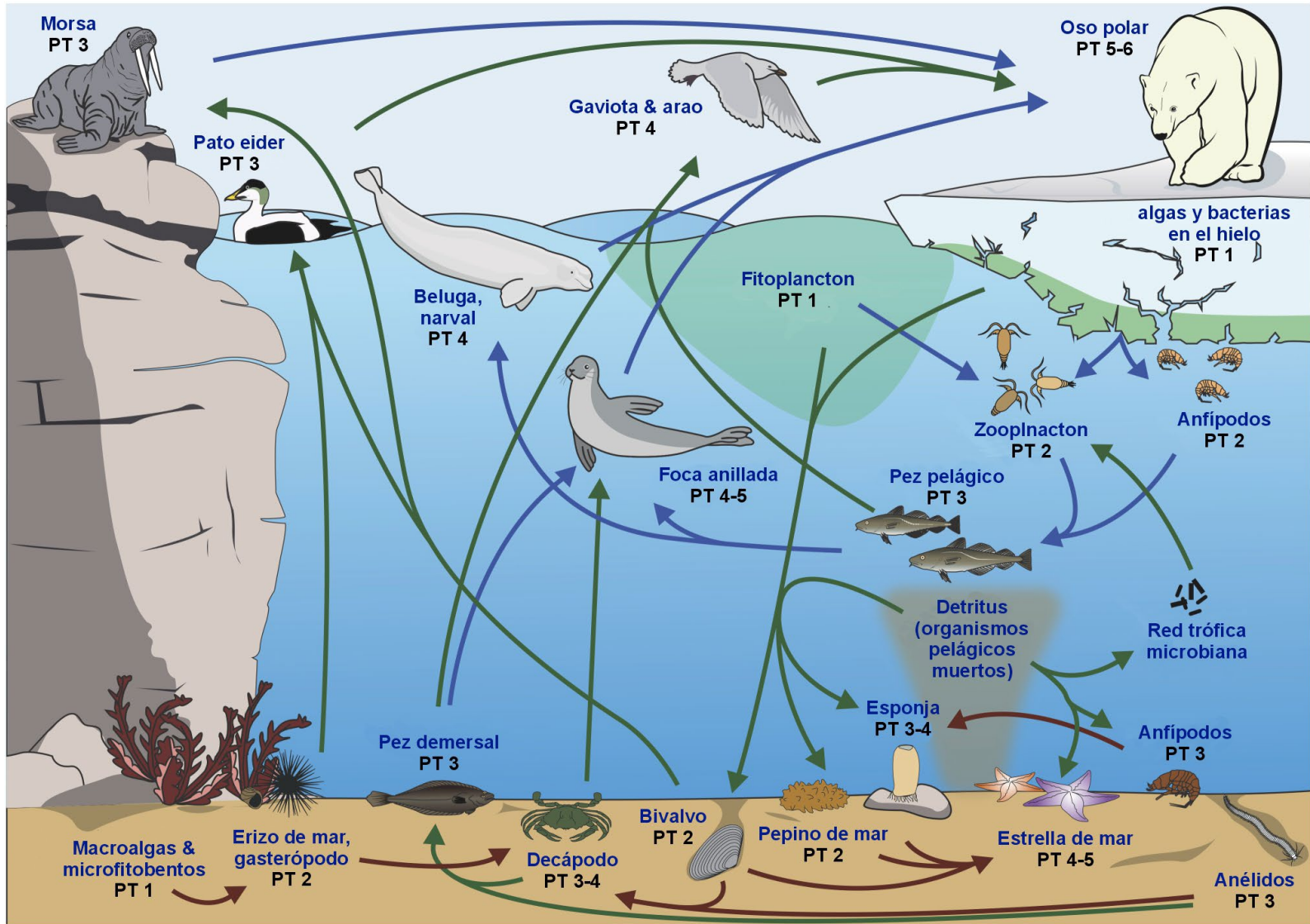
- Heterótrofos (= consumidores) son recurso para otros consumidores
  - Generación de flujo de materia y energía a través de una **cadena trófica**

### Flujo de energía en el ecosistema



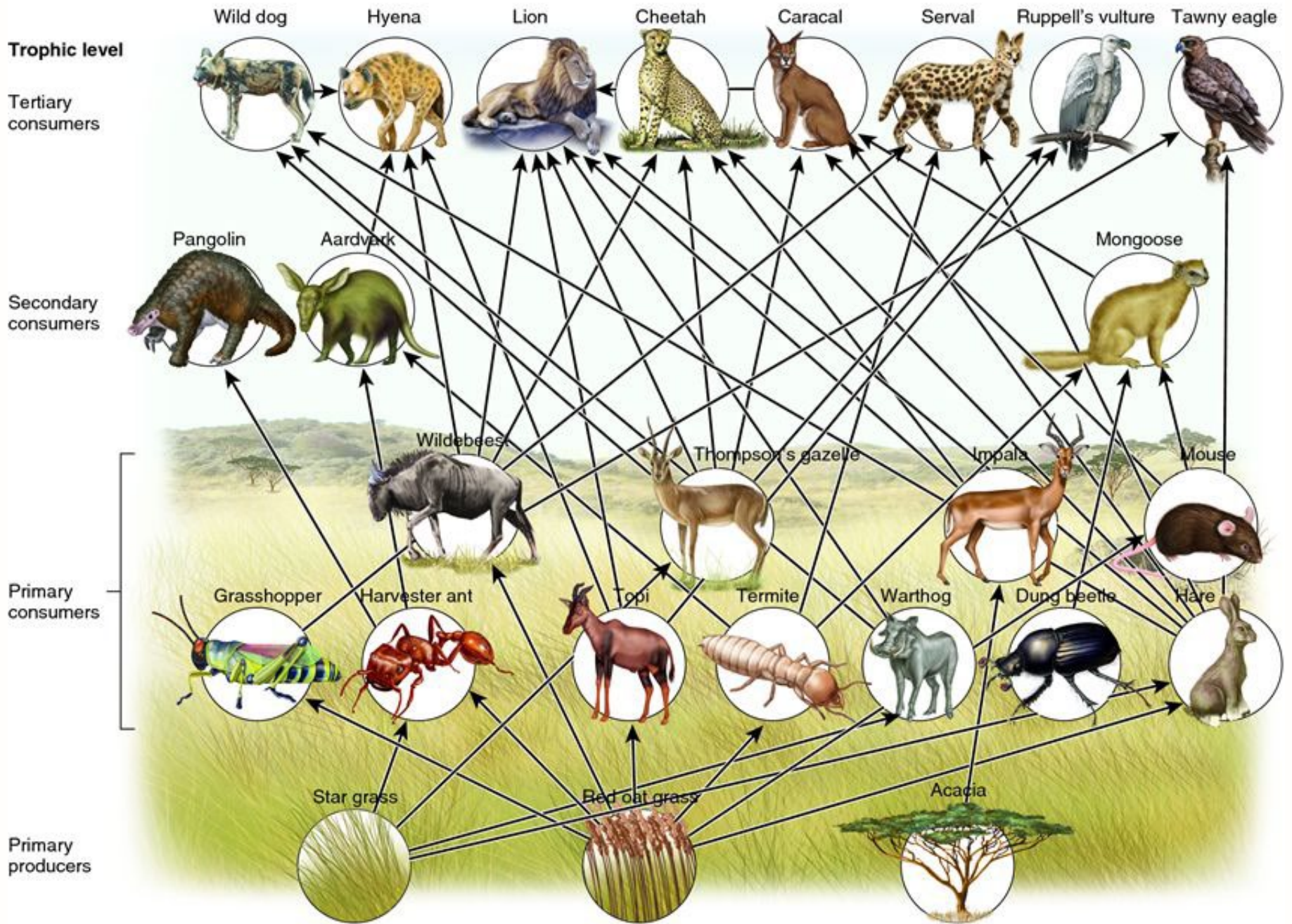
# Varias cadenas tróficas en un ecosistema forman **redes tróficas**

## Red trófica marina subártica



Amiriaux et al. 2023. Top predator sea stars are the benthic equivalent to polar bears of the pelagic realm. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 120: e2216701120

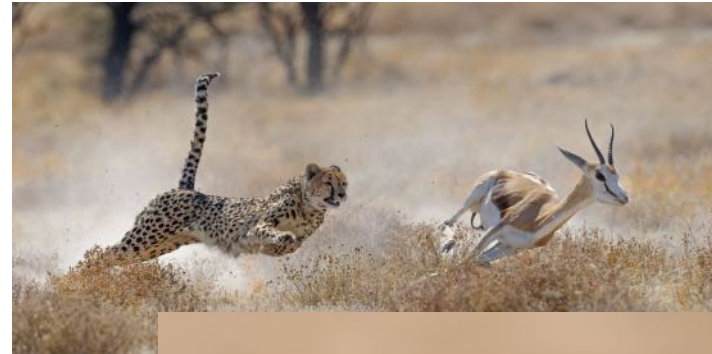
- Interacción trófica (qué consume a qué)
- Interacciones en la subred pelágica
- Interacciones en la subred bentónica
- Interacciones entre subredes



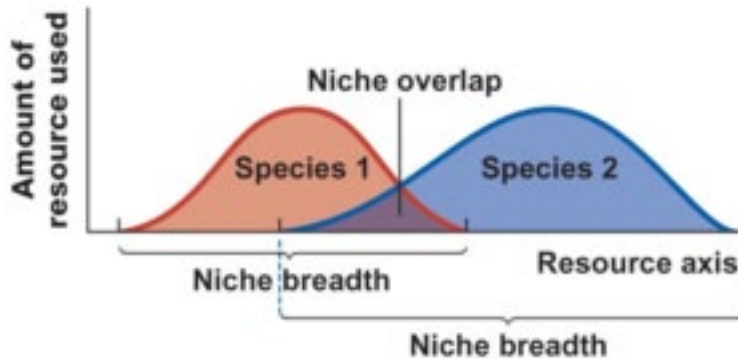
# Tipos (clasificaciones) de consumidores

- Varían dependiendo de:

1. Si la **fente de energía** (recurso) esta viva o muerta



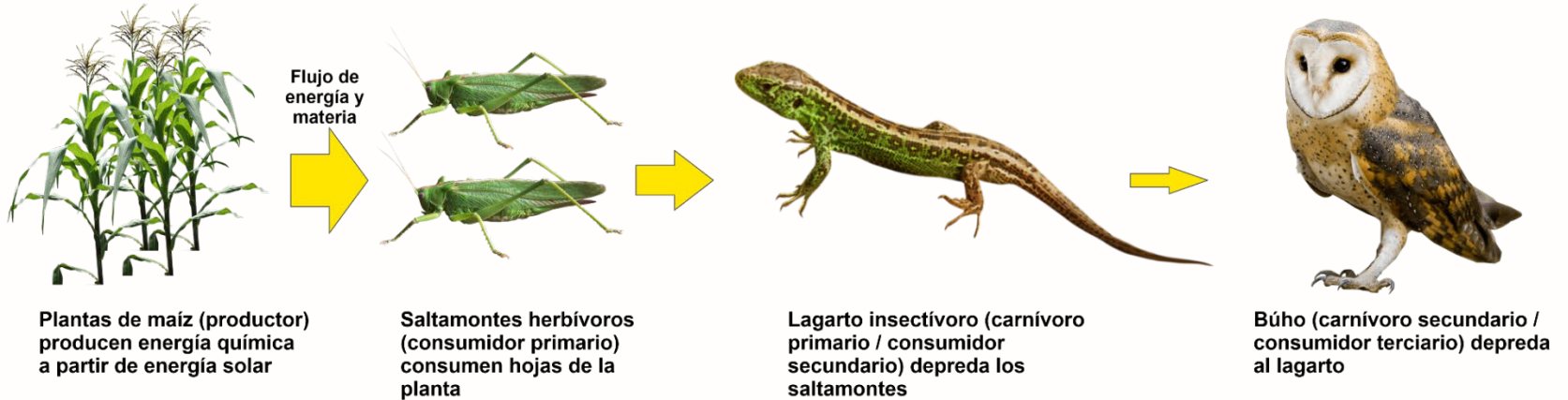
2. **Amplitud de nicho** respecto al grado de uso del recurso disponible



(a)

# 1. Si la **fuentes de energía** (recurso) esta viva o muerta

## Cadena trófica de pastoreo (herbivoría y depredación)



## Cadena trófica de los detritos (saprotrófia)



## Cadena trófica de pastoreo

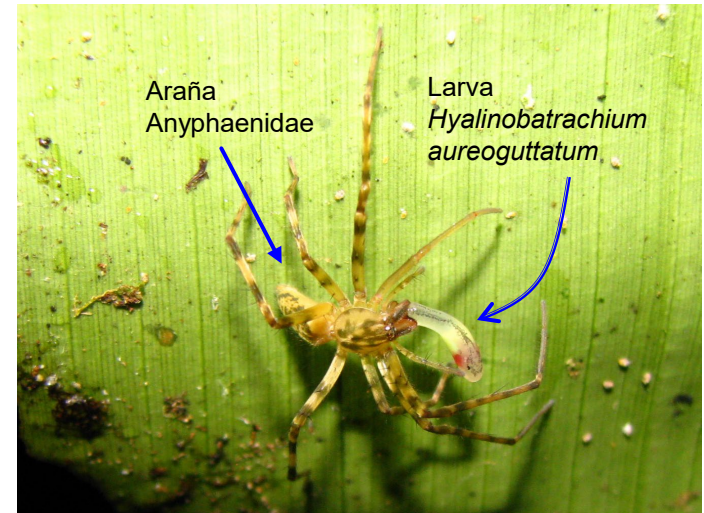
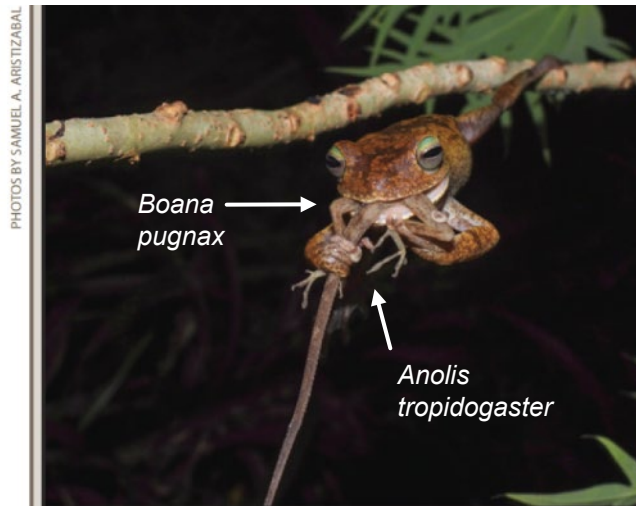
### Herbívoros (ramoneadores)

- Fuente de alimento/energía: **plantas y/o sus productos**. No matan inmediatamente



### Depredadores

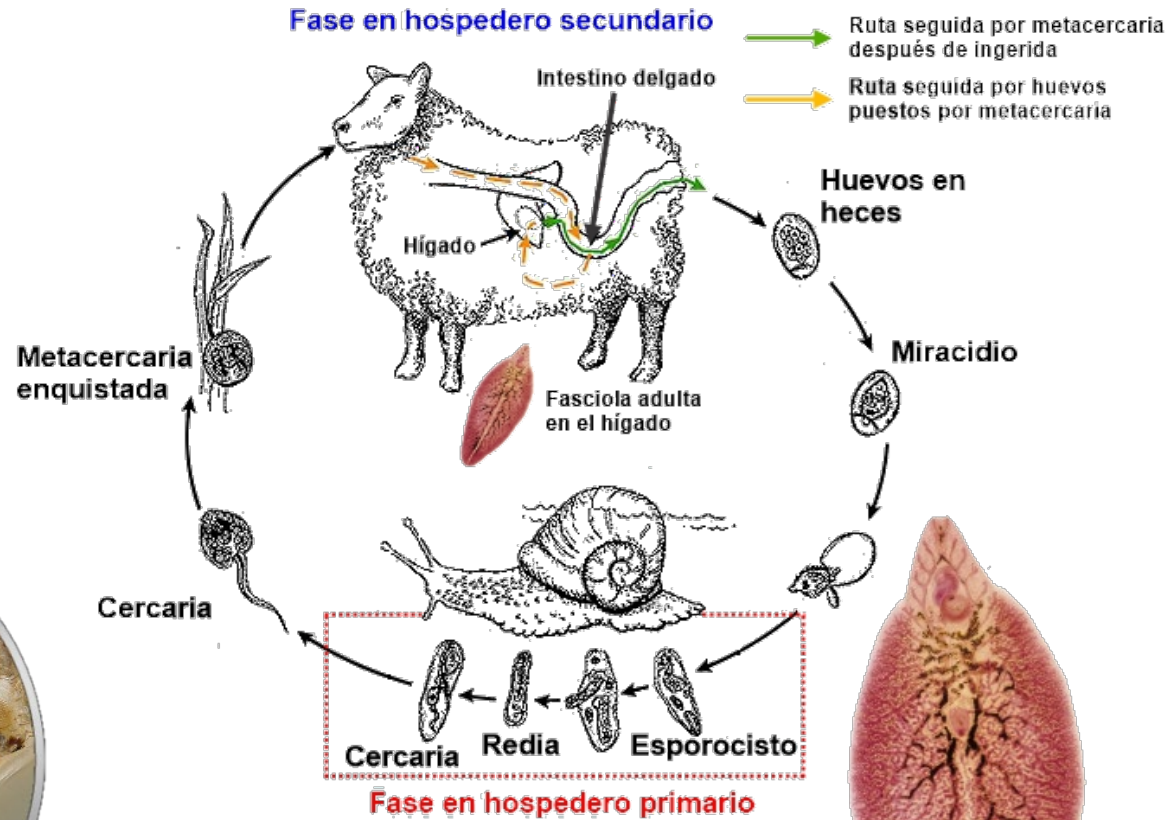
- Muchos tipos de presas. Generalmente matan la presa inmediatamente



## Parásitos

- Alimentarse de hospederos.  
No matan inmediatamente

## Endoparásitos (e.g. duela hepática - trematodos)

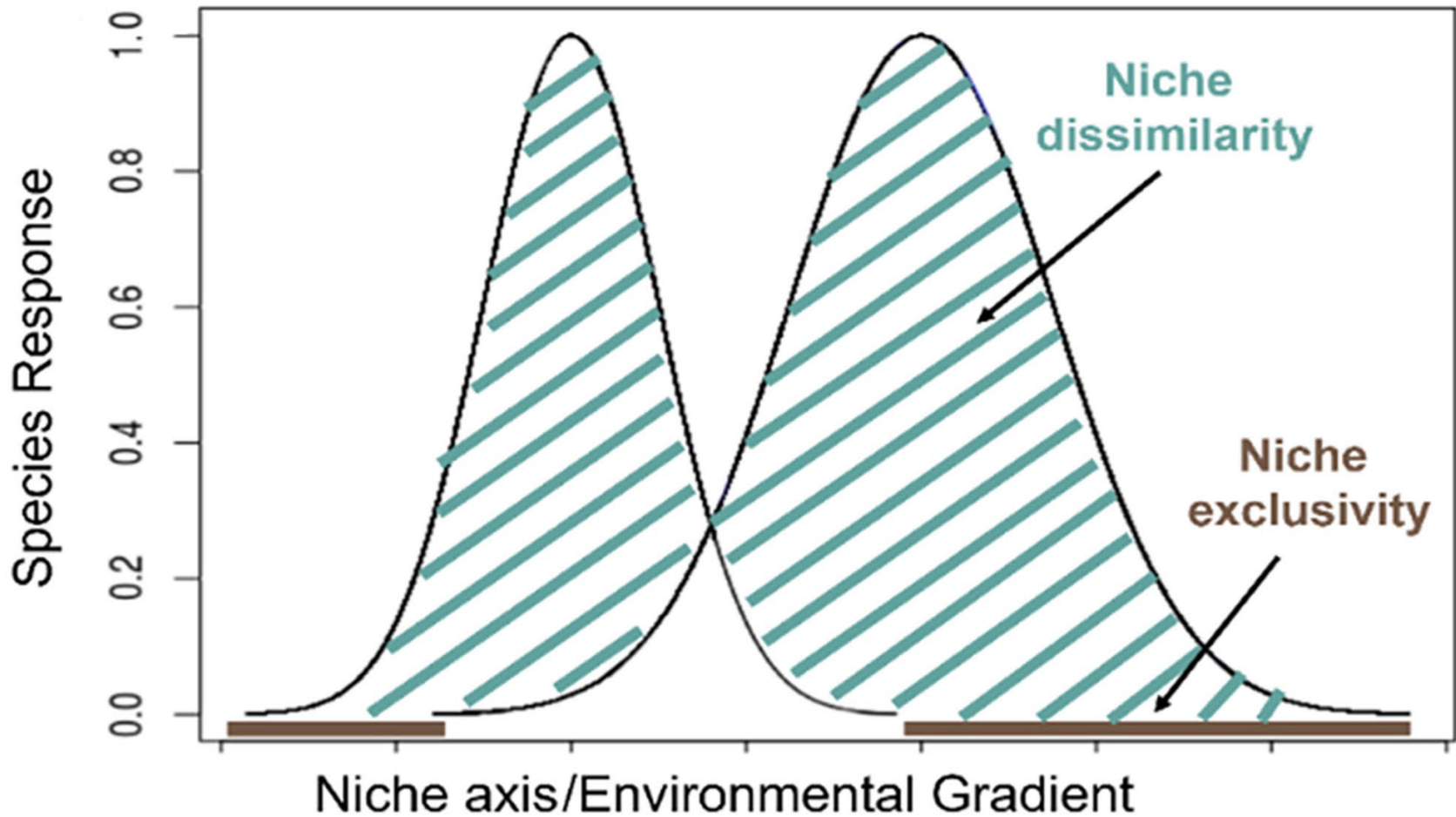


## Ectoparásitos (e.g. piojos)



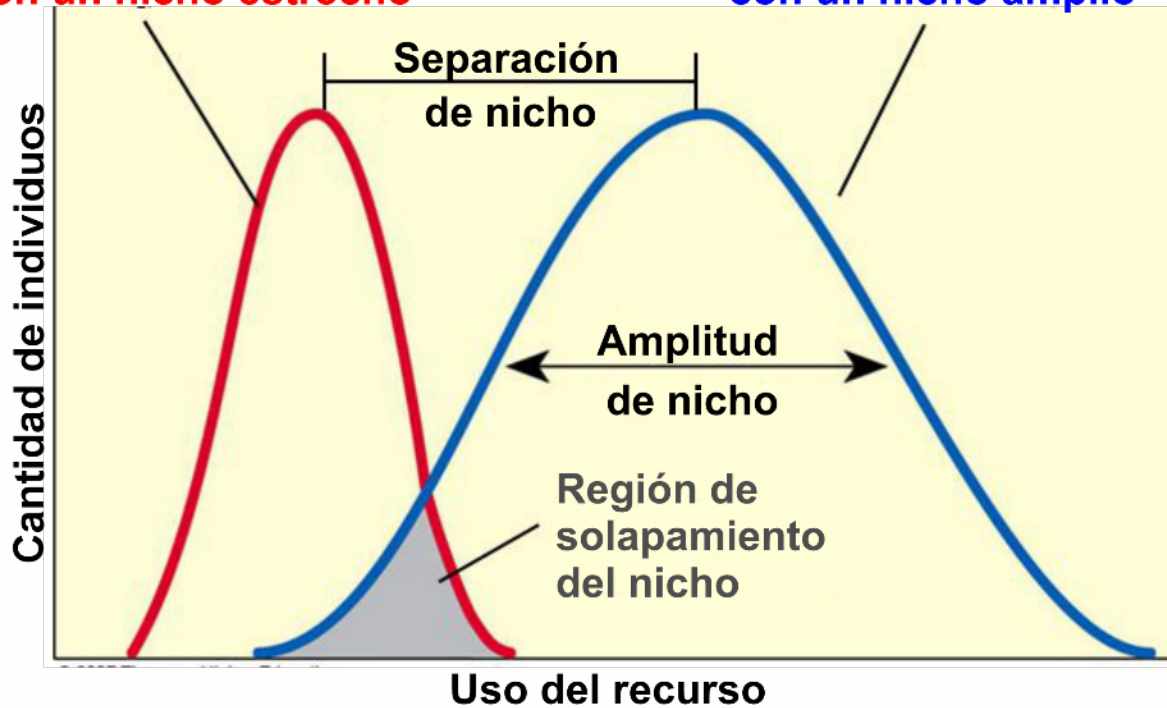
*Fasciola hepatica*

## 2. **Amplitud de nicho** respecto al grado de uso del recurso disponible



**Especie especialista  
con un nicho estrecho**

**Especie generalista  
con un nicho amplio**



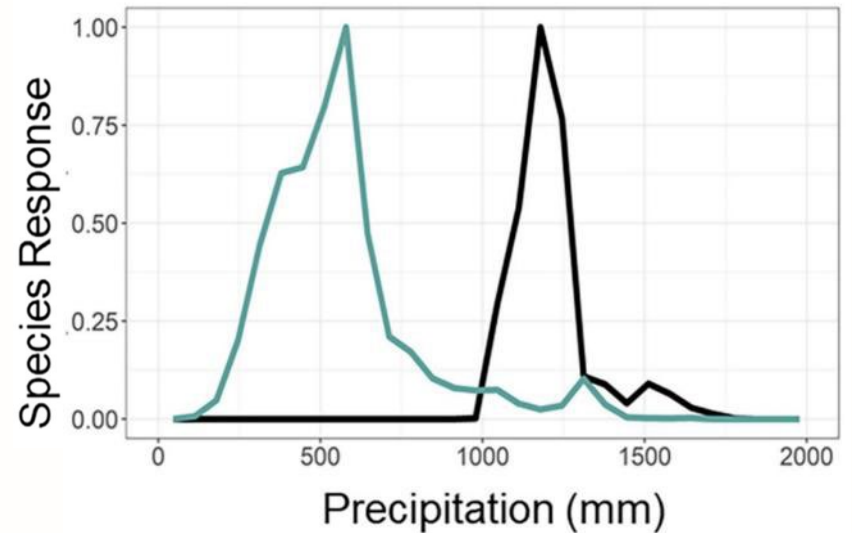
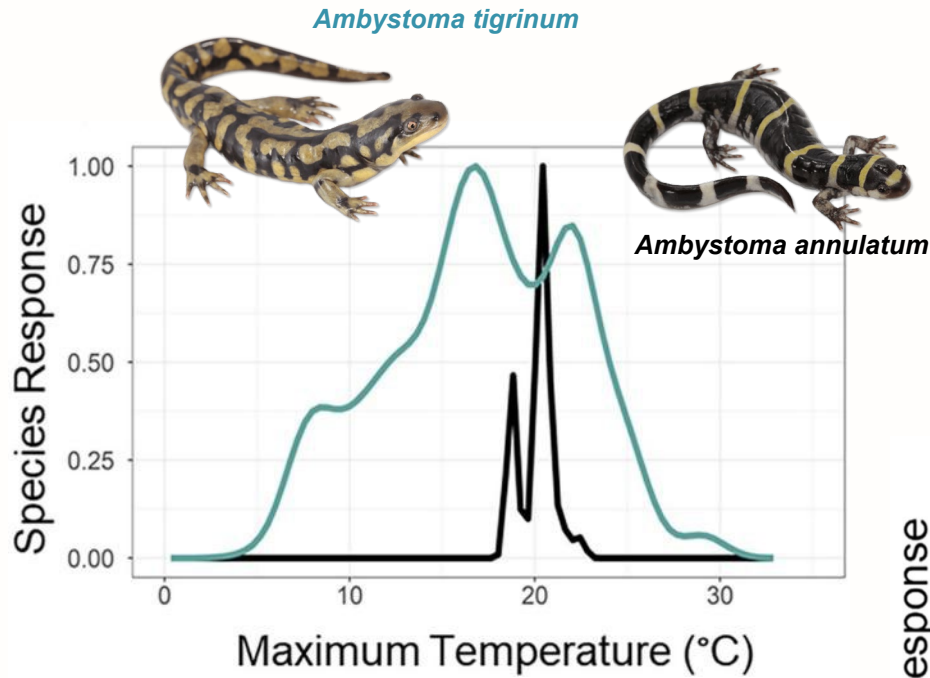
**Sobre dietas:** **1. Estenófago:** uso restringido de tipos de presas

**2. Polífago:** consumo de muchos tipos de presas

**1a. Monófago:** utiliza un único tipo de presa (estenófaga extrema)

**1b. Oligófago:** utiliza pocos tipos de presa (estenófaga moderada)

**Amplitud de nicho:** no es solo en términos de recursos. También en términos de condiciones



## Necesidades nutricionales y provisiones

- Calidad nutricional: variación entre plantas y animales
  - Composición diferente de recursos entre partes de los recursos alimenticios

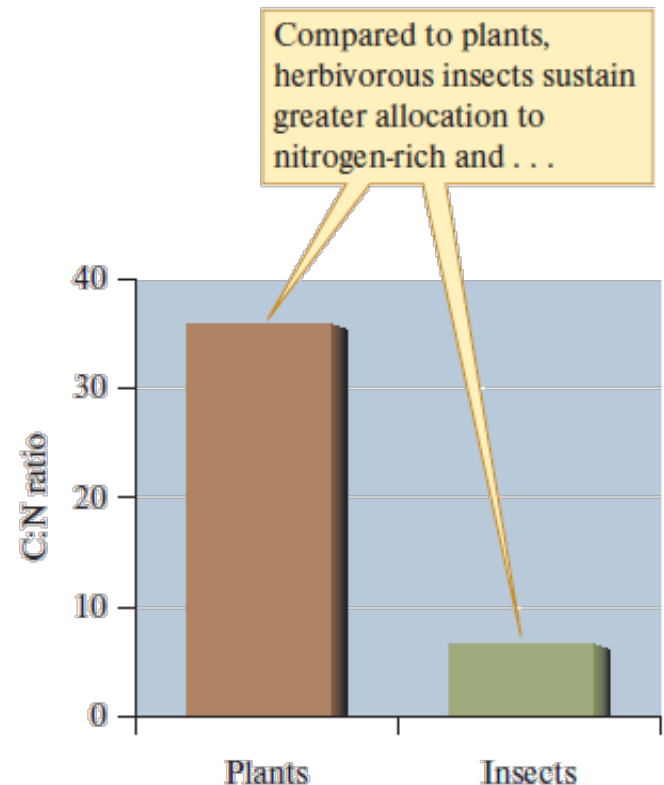
## Proporción **carbón** : **nitrógeno** en plantas y animales

### Células vegetales

- Tejidos con más reservas carbonadas
  - Carbohidratos estructurales y fibras: celulosa; lignina; otros materiales estructurales
- Alto contenido de carbono fijado
- C : N (> 40 : 1)

### Células animales

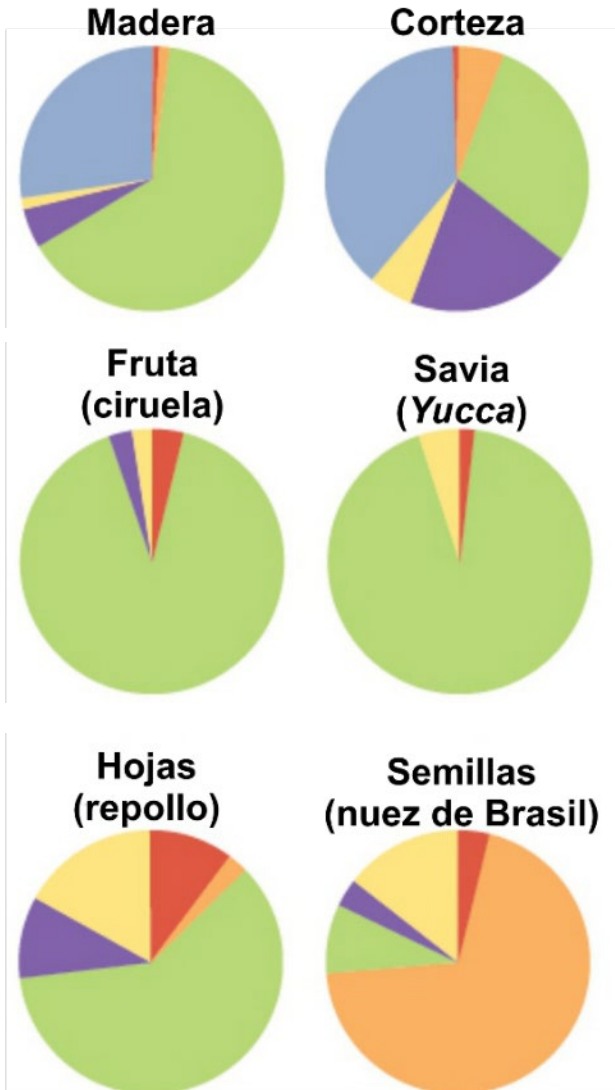
- Tejidos muy proteicos
  - Sin carbohidratos estructurales y/o fibras
- C : N (~ 10 : 1)



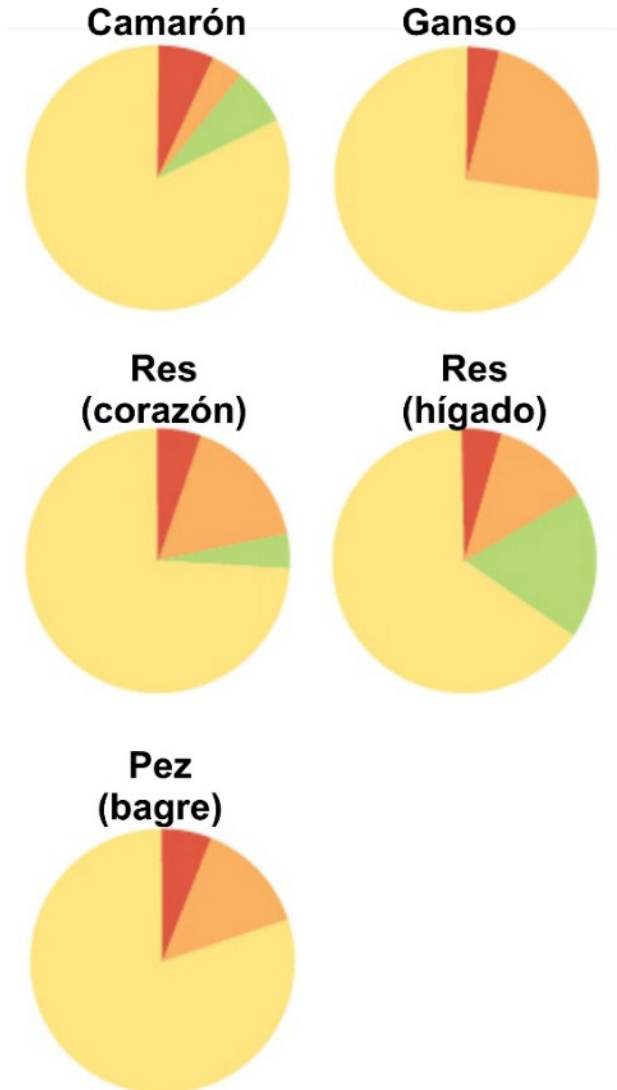
**Valor del recurso como alimento:** consecuencias ecológicas y evolutivas!!



**PLANTAS**



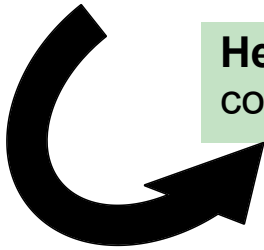
**ANIMALES**



## Consumo de plantas y de animales

- Retos para herbívoros y para carnívoros

Plantas difieren en los recursos que ofrecen dependiendo del tipo de parte de la planta



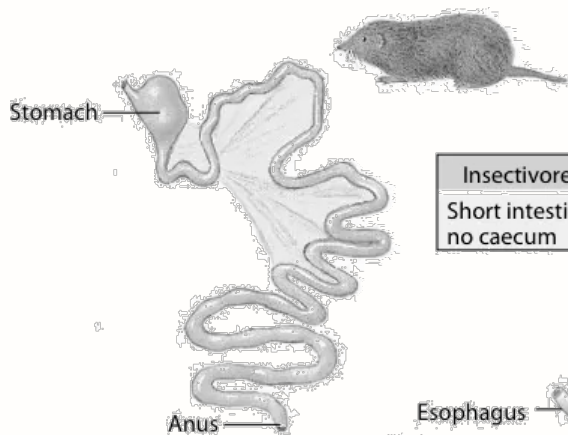
**Herbívoros:** estrategias y mecanismos para obtener eficientemente conseguir proteínas o obtener energía de los carbohidratos

Composición (proteína, carbohidratos, grasa, agua, minerales/gramo) similar entre herbívoros

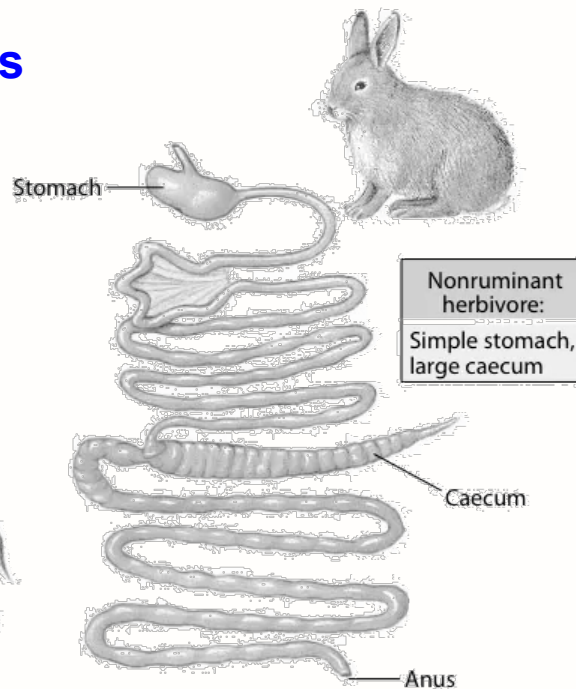


**Carnívoros:** poca especialización en tractos digestivos (variación entre grupos); **costos búsqueda de alimento**

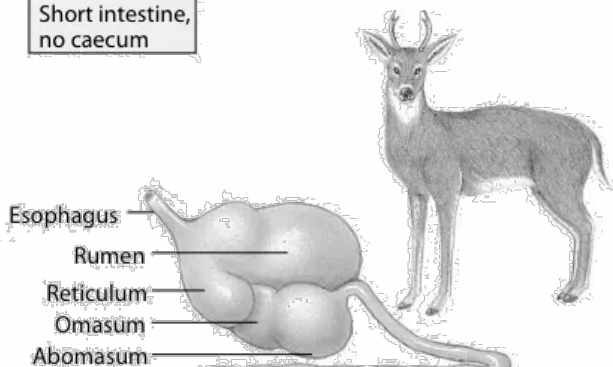
# Comparando tractos digestivos entre tipos de consumidores



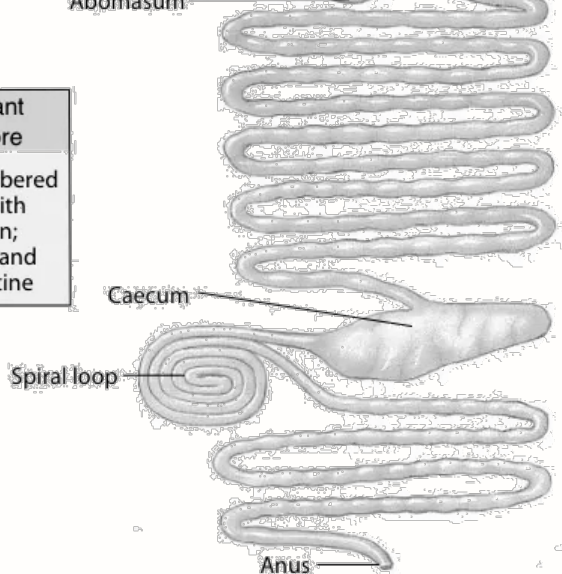
**Insectivore:**  
Short intestine,  
no caecum



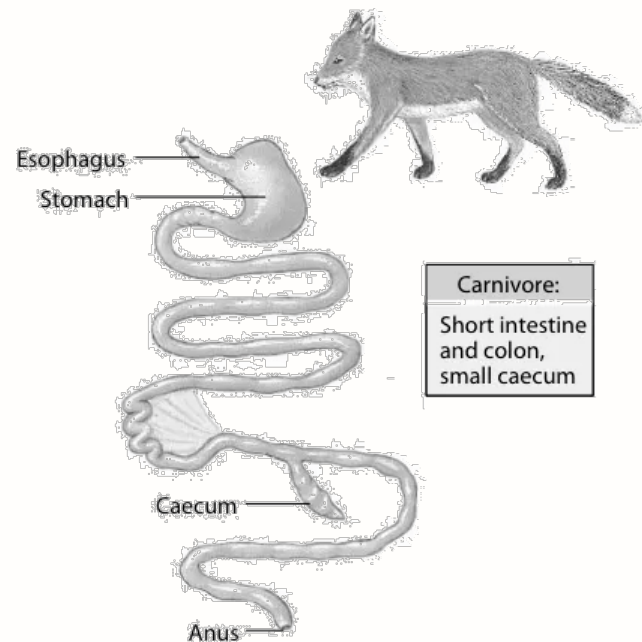
**Nonruminant herbivore:**  
Simple stomach,  
large caecum



**Ruminant herbivore**  
Four-chambered stomach with large rumen; long small and large intestine



**Carnivore:**  
Short intestine and colon,  
small caecum

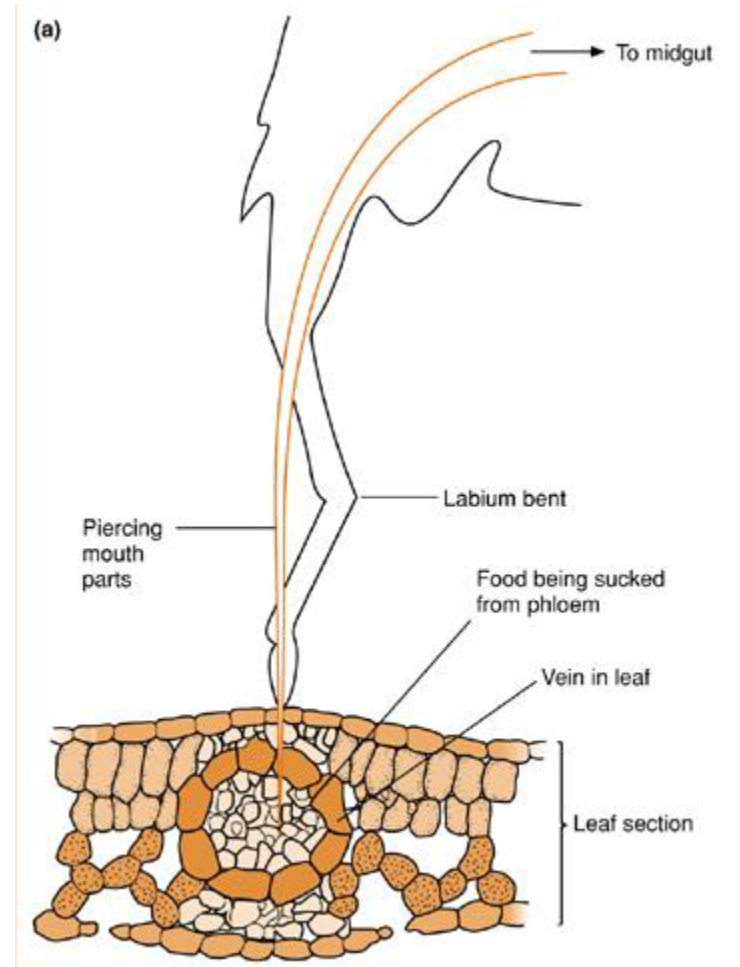


# Especializaciones herbívoros

## Tipos de aparatos bucales insectos herbívoros

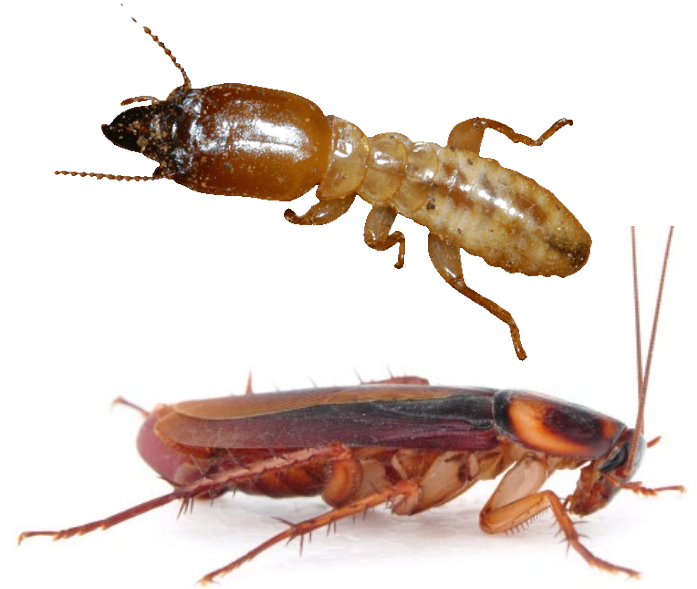


Estilete de un áfido penetrando los tejidos vegetales para lograr el floema rico en azúcar en las venas de las hojas



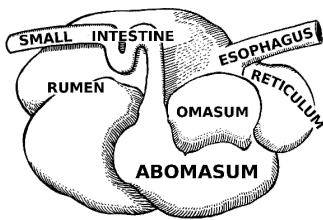
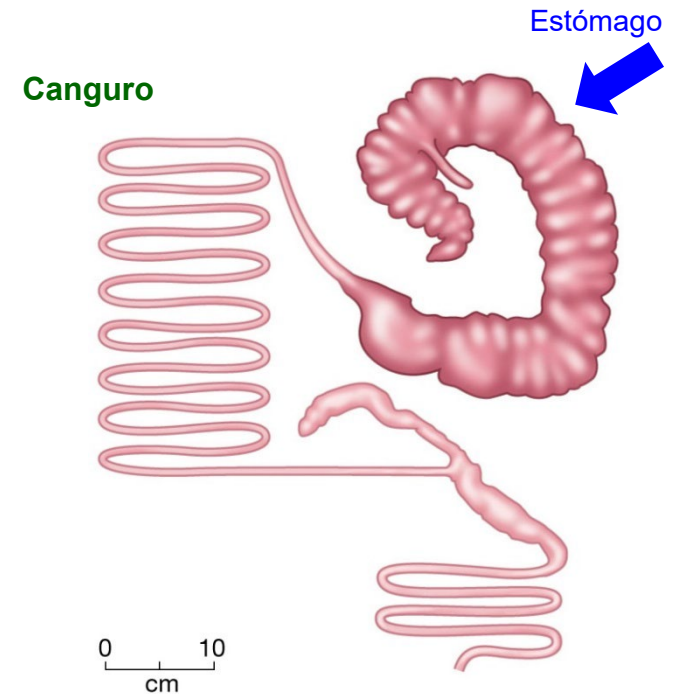
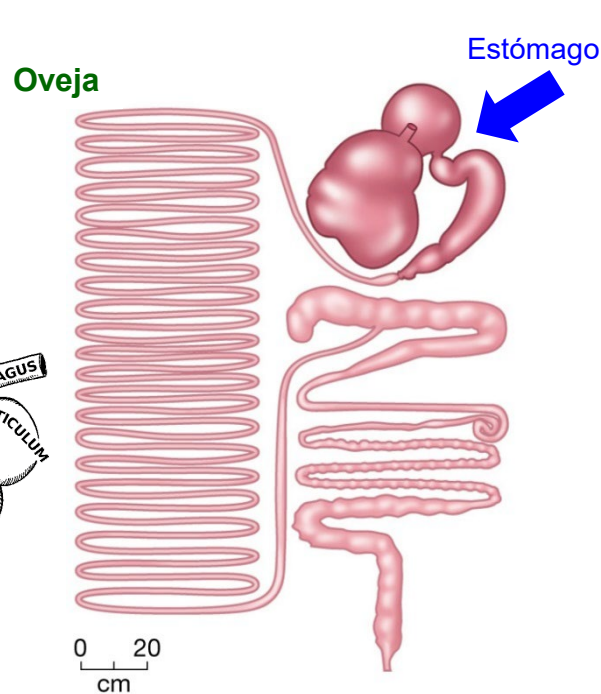
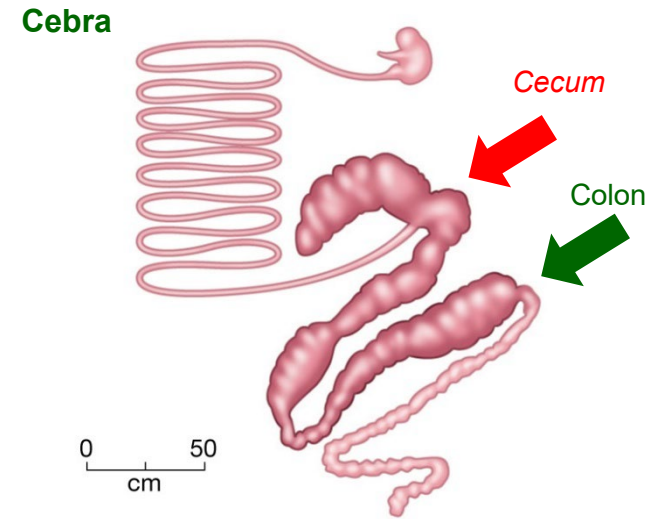
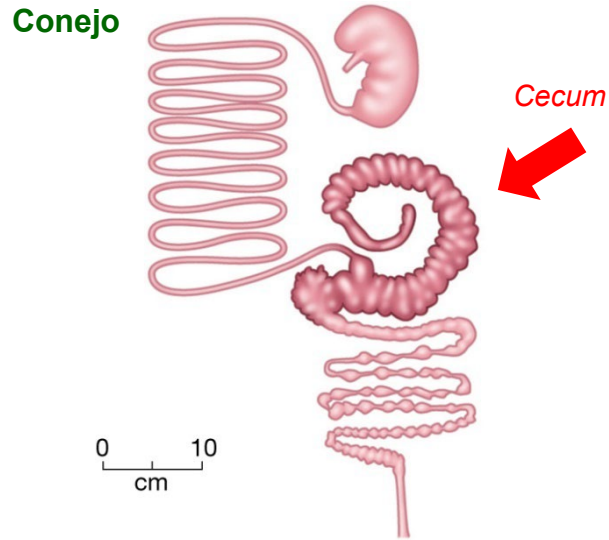
# Cámaras (estómago, *cecum*, colon) de fermentación en herbívoros

- Simbiosis con microorganismos para fermentación



# Variación de las cámaras en longitud y tipo

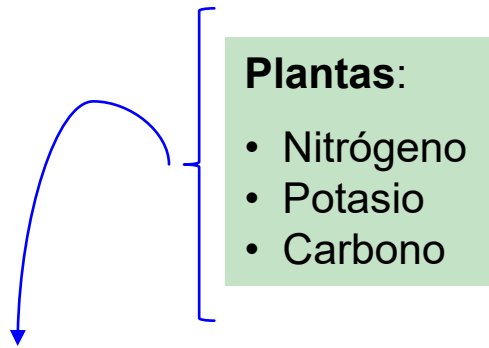
- Estómago
- Cecum
- Colon



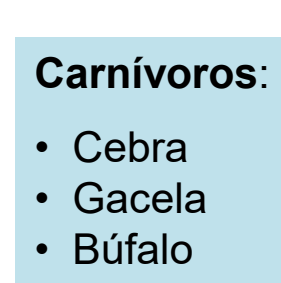
# Clasificación de recursos e isóclinas de crecimiento (individual y poblacional) dependiente del recurso

Los recursos tienen son de diferentes categorías variando entre si respecto a su importancia en su funcionamiento

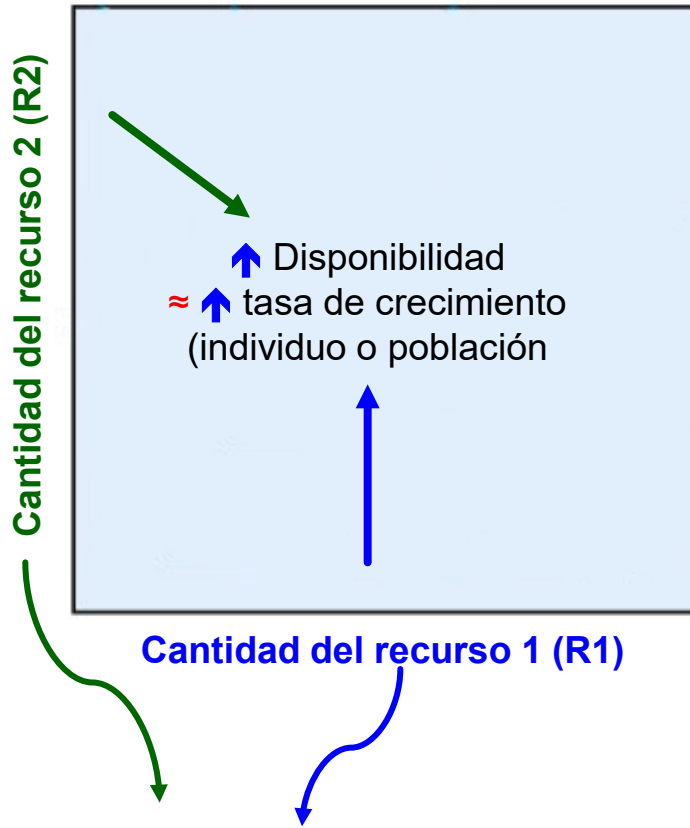
- Dependiendo de lo **esencial**, **sustituible** o **complementario** que sean para el organismo o población que los demanda



Varían en proporción en su necesidad, pero no se pueden sustituir



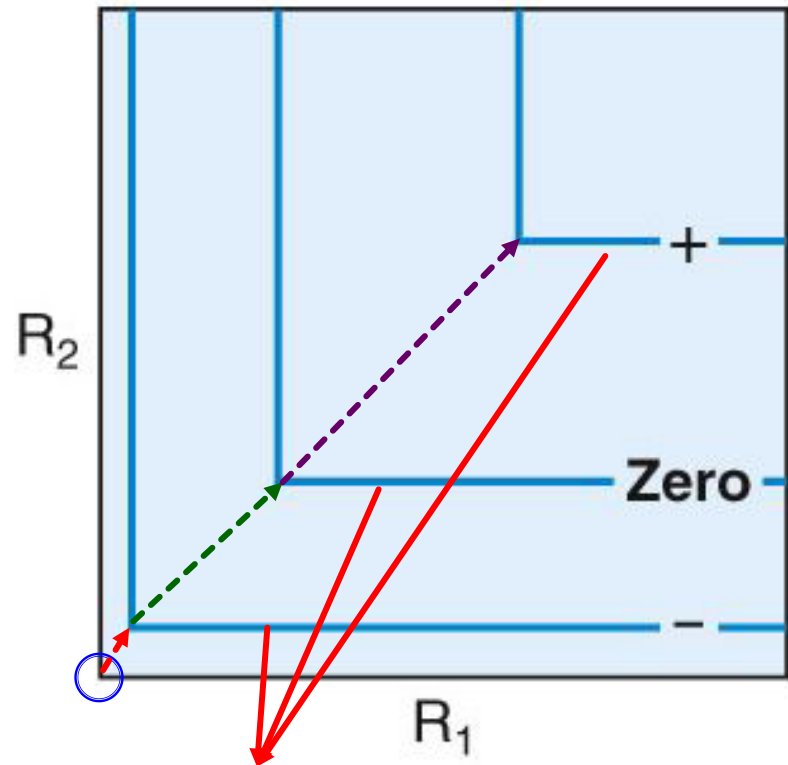
Si son similares en tamaño, estos recursos pueden ser intercambiables



Cantidad del recurso (R) que debe existir en el ambiente para que una población tenga una X tasa de crecimiento poblacional

Uniendo diferentes puntos entre los dos ejes (= combinación de recursos): formación de **isoclinas** ("contornos") de igual tasa de crecimiento

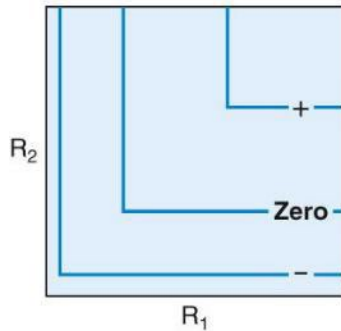
Diferentes cantidades de  $R_1$  y  $R_2$  producirán diferentes tasas de crecimiento poblacional



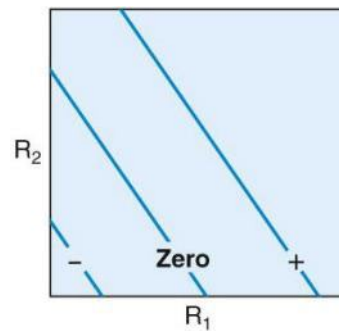
**Isoclinas (+, cero, -):** cuanto más alejadas del origen (O), mayor tasa de crecimiento

# Cinco tipos de recursos

**Esenciales**



**Sustituibles**

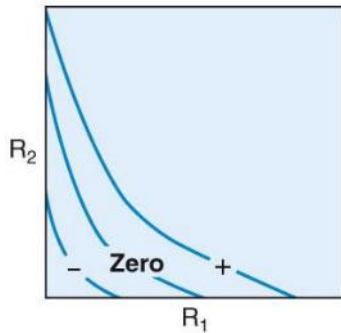


**Cero (zero): isocline de tasa de crecimiento neto cero =** no hay reducción/aumento de la tasa de crecimiento (mantenimiento) (ICNC: **isocline crecimiento neto cero de un generalista; ingles ZNGI**)

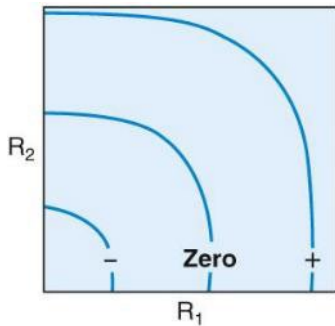
**Negativo (-): isocline de tasa de crecimiento negativo =** menor cantidad de recurso ( $R_1$  y  $R_2$ ) que en isocline cero

**Positivo (+): isocline de tasa crecimiento positivo =** mayor cantidad de recurso ( $R_1$  y  $R_2$ ) que en isocline cero

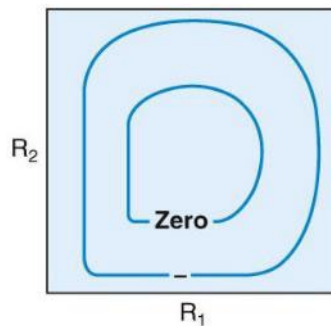
**Complementarios**



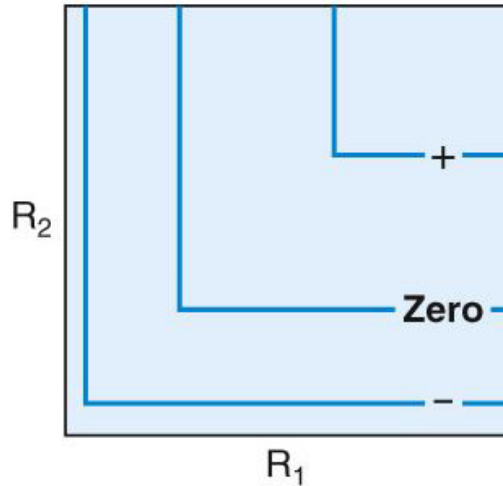
**Antagonistas**



**Inhibitorios**



## Esenciales



Dos recursos **esenciales** que no se pueden sustituir mutuamente

- Las isoclinas de cada recurso van paralelas a ambos ejes



Cantidad disponible de  $R_1$  define tasa de crecimiento máxima posible, independiente de la cantidad del  $R_2$



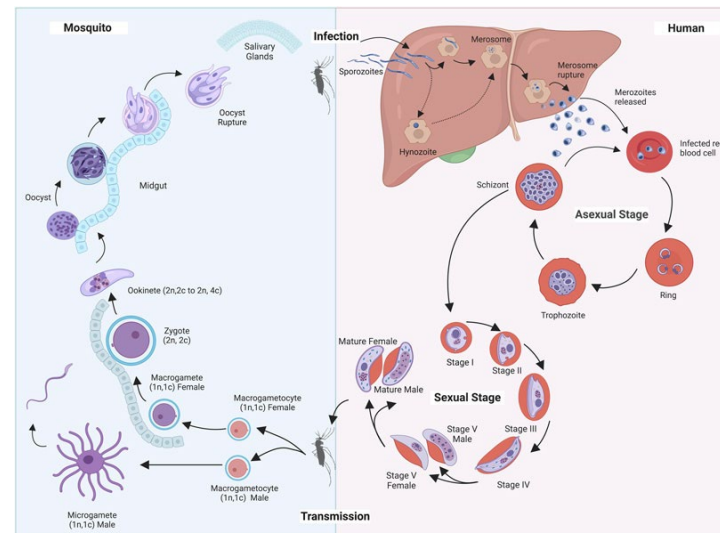
- La tasa máxima de crecimiento dada por un recurso se alcanza a menos que el otro recurso este en una disponibilidad menor



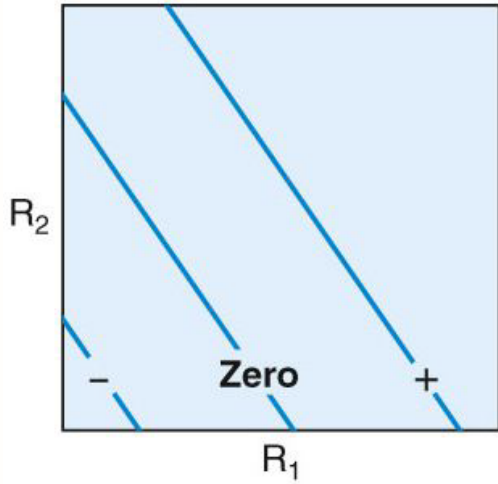
La tasa de crecimiento estará determinada por el recurso con la oferta más limitada

- Requerimiento de  $\text{NO}_3^{-1}$  y  $\text{PO}_4^{-3}$  para el crecimiento de las plantas
- Pobreza en  $\text{NO}_3^{-1}$  limita crecimiento de raíces ~ planta no “forrajea” en áreas con disponibilidad de  $\text{PO}_4^{-3}$

Parásito que requiere de dos especies hospederas para completar ciclo de vida



# Sustituibles

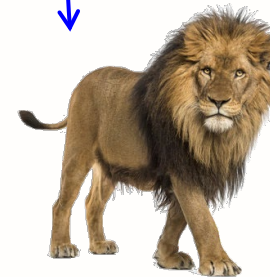
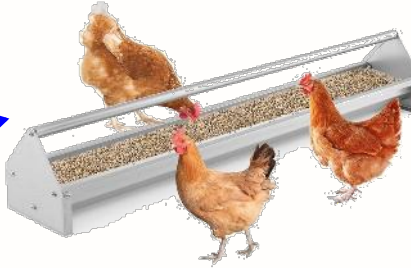


Dos recursos son perfectamente sustituibles cuando uno de ellos puede reemplazar completamente al otro



Trigo

Cebada

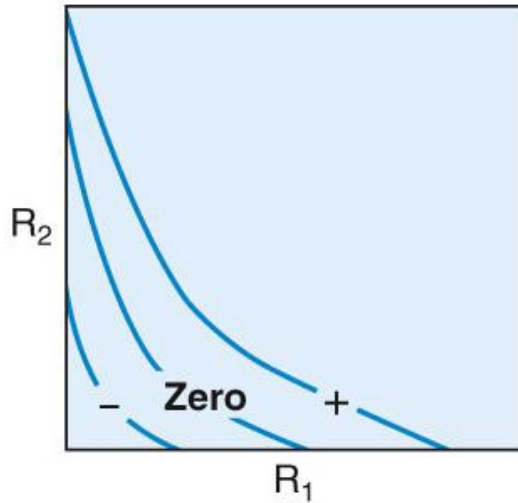


- No implica que los dos recursos son igualmente buenos

↳ Por ello, las isoclinas tienen pendientes negativas que no cortan ambos ejes a la misma distancia del origen

- ↳ • En ausencia de  $R_2$ : necesidad poco de  $R_1$
- En ausencia de  $R_1$ : necesidad de mayor cantidad de  $R_2$

## Complementarios



Un recurso sustituible complementa al otro sustituible cuando son utilizados en conjunto

- ↳ Isoclinas se inclinan hacia adentro, en dirección al origen
- ↳ Se requiere menos de cada recurso, solo cuando son utilizados en conjunto y no si se usan separadamente

Vegetariano

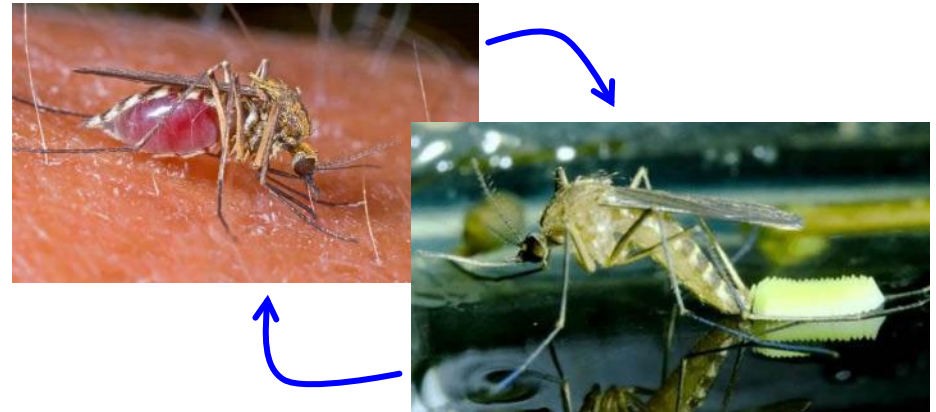
Frijol (provee lisina – aminoácido esencial –)



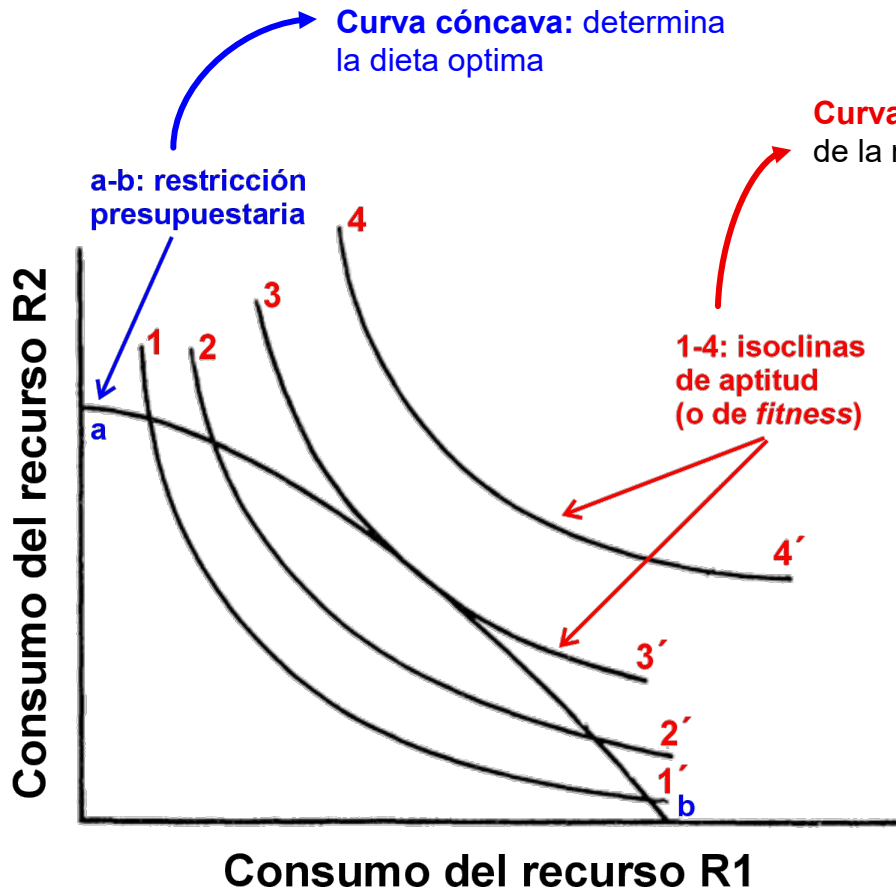
+



Arroz (provee aminoácidos con sulfuro)



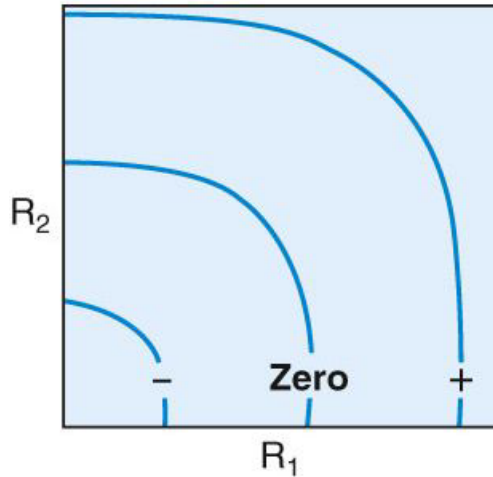
- Desempeño de la progenie: interacción entre calidad de los hospederos y de los sitios
- **Tomar decisiones:** alimentarse de huéspedes cerca de sitios de alta calidad o poner huevos en sitios cercanos a huéspedes de alta calidad



- **Convexidad** de isoclinas de aptitud (*fitness*): necesidad de consumo de **cantidades crecientes de un R1** para compensar cada unidad de **disminución en el consumo de R2 complementario**
- Si las isoclinas de *fitness* no cruzan los ejes: la especialización completa en un solo recurso alimentario es insuficiente para sobrevivir
- Las isoclinas más alejadas del origen representan dietas de mayor valor, por ejemplo, permiten alcanzar una mayor aptitud para la depredación.

**Dieta óptima:** determinada por la tangencia de la restricción presupuestaria (a-b) a la isoclina de aptitud más alta obtenible (3-3')

# Antagonistas



Par de recursos sustituibles con isoclinas que se alejan del origen



Se requiere proporcionalmente consumir más de cada recurso de manera conjunta para mantener una tasa de aumento dada que cuando se consumen por separado

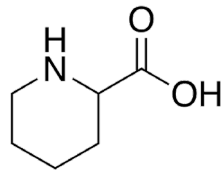
Efecto de los ácidos:

- Inocuo si se consume independientemente
- Negativo si se consumen simultáneamente

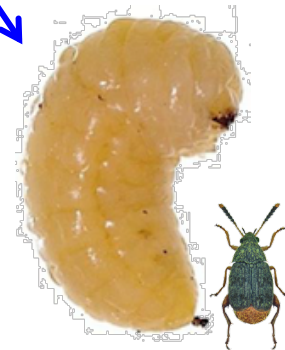
Recursos que contienen diferentes compuestos tóxicos que actúan sinérgicamente (más que solo aditivamente) sobre sus consumidores



**Ácido pipercolico** (en semillas como defensa contra herbívoros)

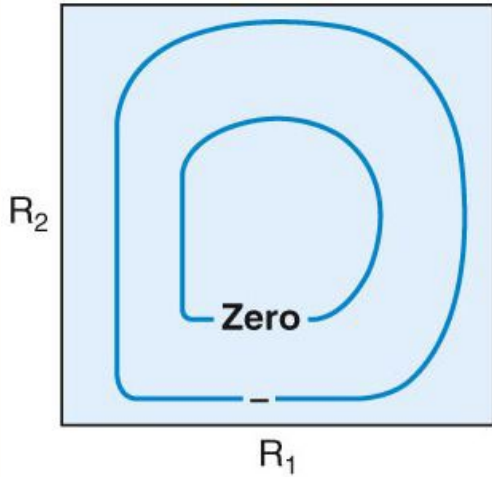


**Ácido jengcolico** (en semillas como defensa contra herbívoros)

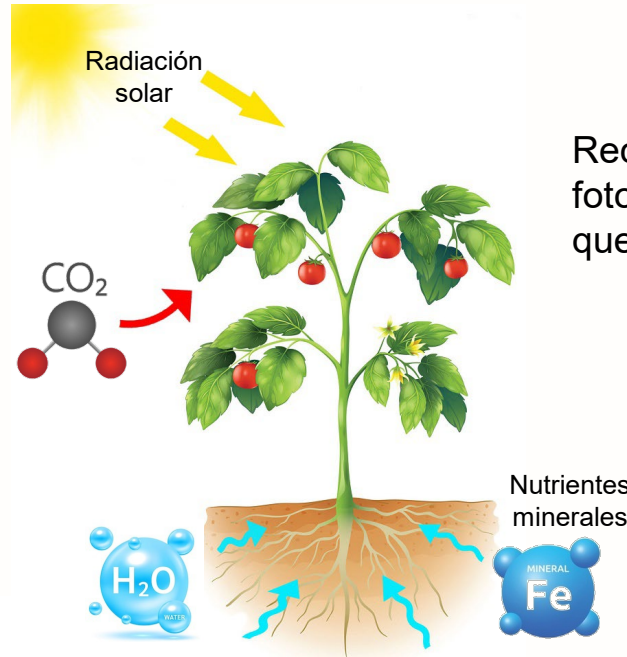


Larva de un escarabajo brúquino (Chrysomelidae: Bruchinae)

# Inhibidores

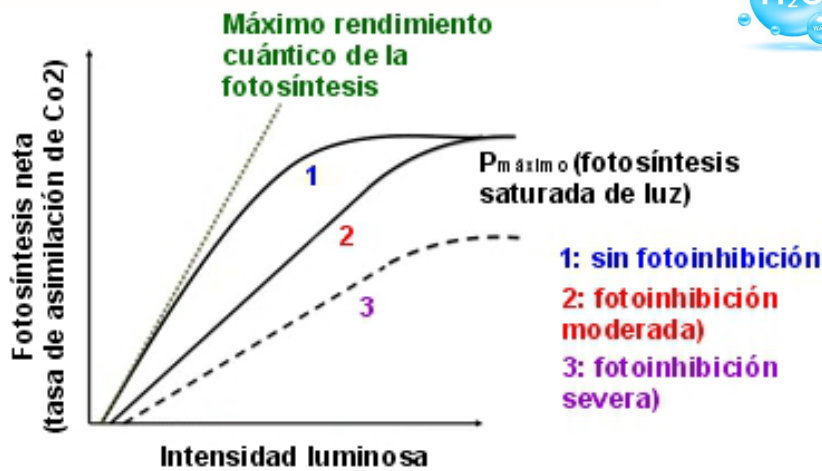


Los recursos esenciales que consumido o utilizados en exceso se vuelven perjudiciales



Recursos necesarios para fotosíntesis hasta niveles que no sean letales

Fotoinhibición por exceso de luz

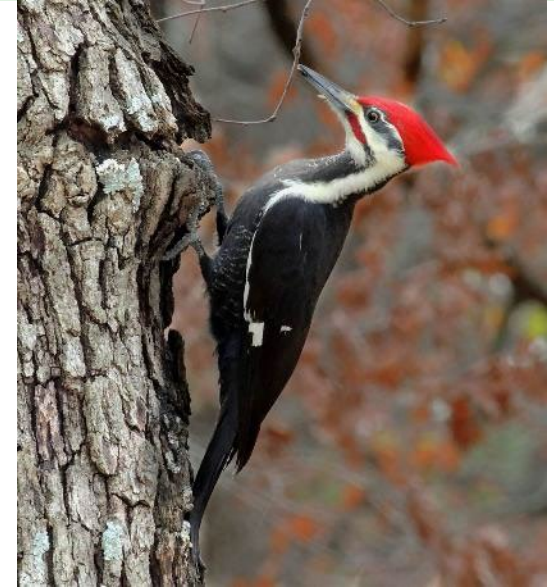


Las isoclinas forman curvas cerradas porque el crecimiento disminuye con el uso/consumo de recursos a niveles muy altos

# Nicho ecológico

Marco de referencia en el cual cada una de las **condiciones/recursos** debe ser entendido

- **No es el lugar donde vive un organismo**
- “El bosque es el nicho de los carpinteros”
  - Esto es hábitat
  
- **Nicho**: conjunto de tolerancias y requerimientos de un organismo
  - **Muchos organismos pueden vivir en el mismo hábitat, pero cada uno tiene un estilo de vida (= nicho)**

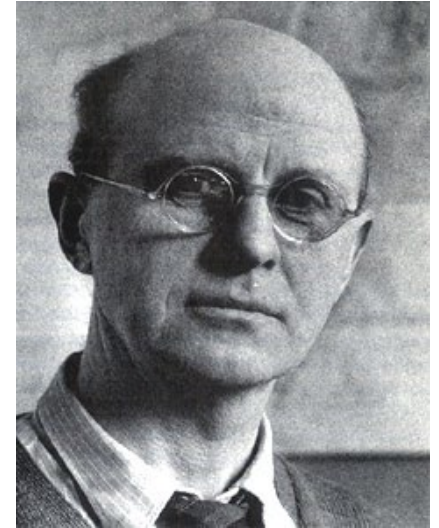


## Definiciones

**Charles Elton (1933):**

“**Modo de vida de un organismo** → **trabajo o profesión del organismo en la comunidad**”

- Aquí se describe el como actúa un organismo



**George E. Hutchinson (1957):**

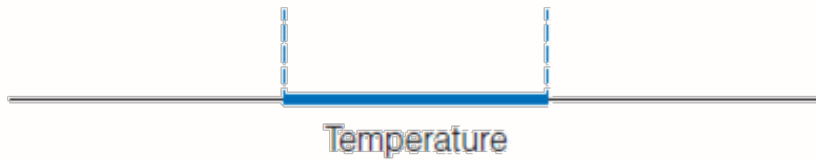
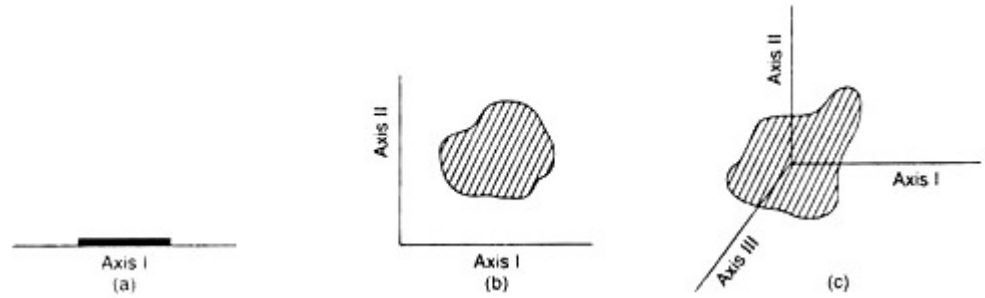
“**Formas en las cuales las tolerancias y los requerimientos interactúan para definir las condiciones y los recursos necesarios para el desempeño de un organismo**”

- Aquí se describe el “**donde**” un organismo vive
  - “**Donde**” = interacción de condiciones y recursos

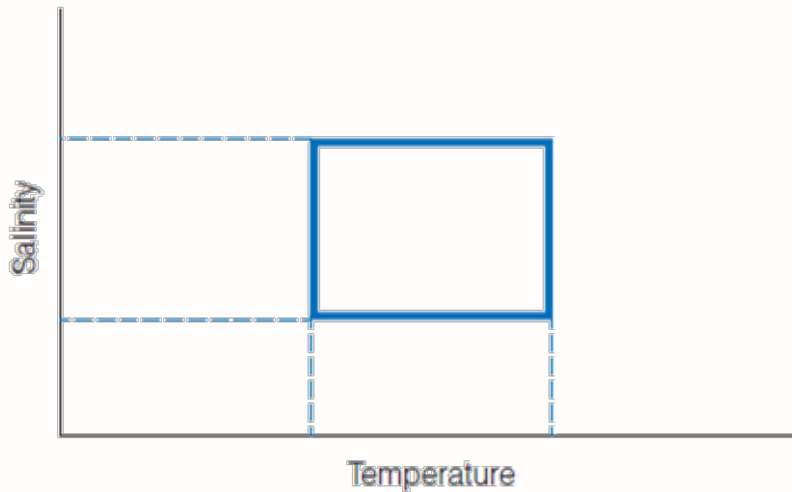


# Nicho es multidimensional

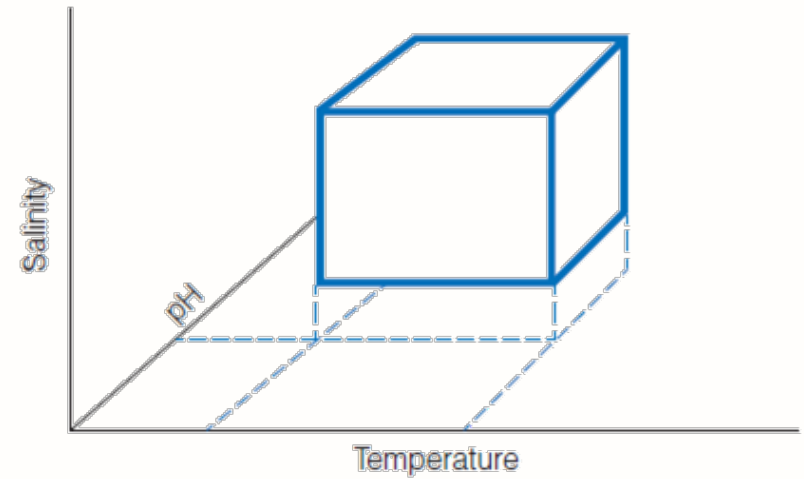
- Dimensiones del nicho



(a) One dimension

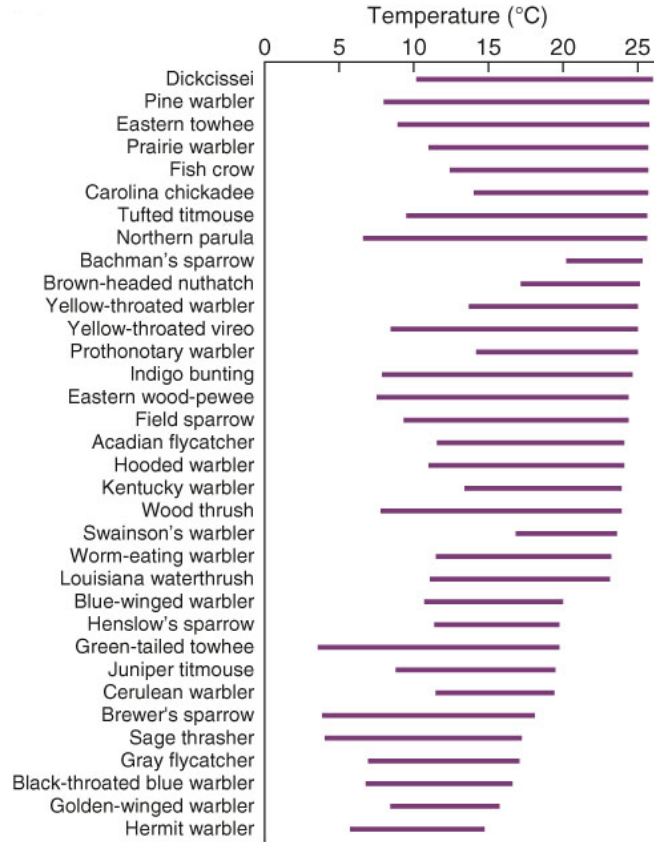


(b) Two dimensions

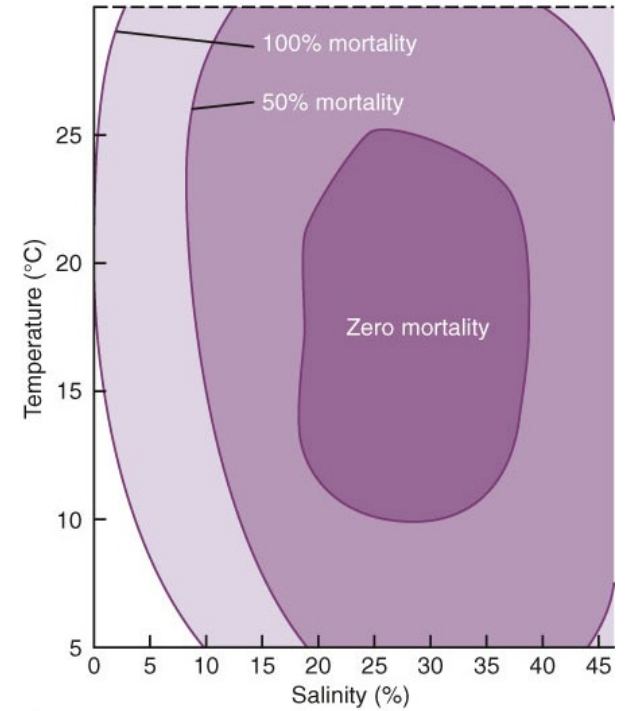


(c) Three dimensions

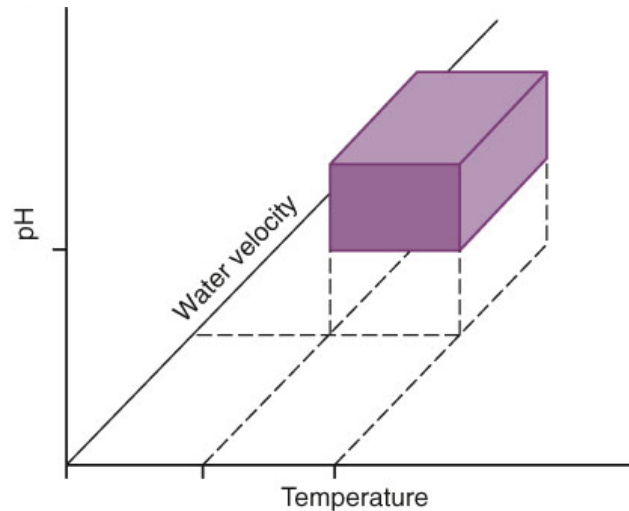
## 1 eje del nicho: aves passerinas y rango térmico



## 2 ejes: sobrevivencia de huevos de camarones huevos en agua bajo niveles de temperaturas y salinidad

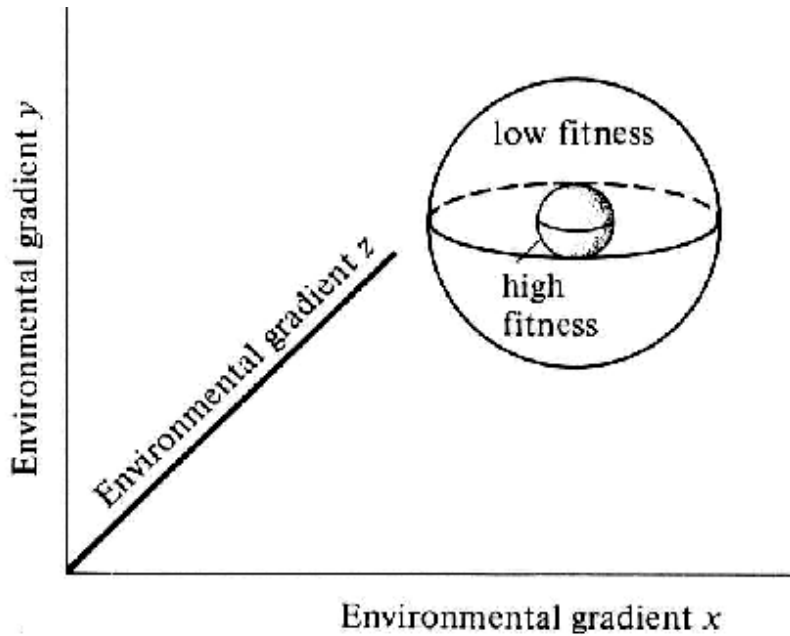


## 3 ejes: algas de arroyos Organismo acuático en tres condiciones del agua

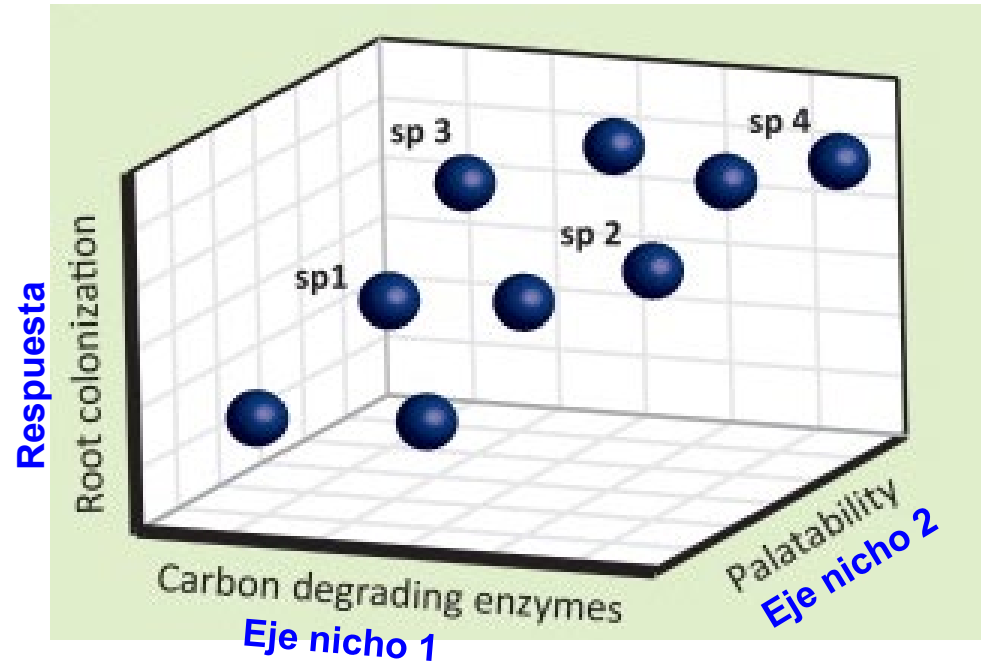


Begon & Townsend. 2021. Ecology. From individuals to ecosystems. Fifth edition. Wiley. Oxford, UK. 844 pp.

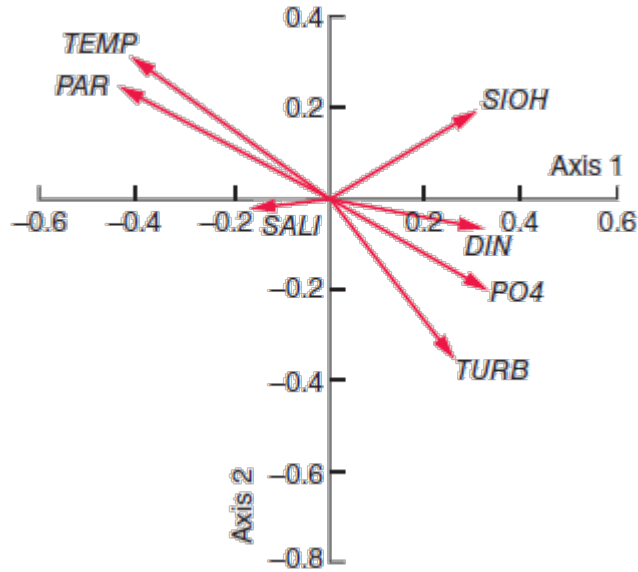
## Hipervolumen (integrando 3 o más ejes del nicho)



Nichos de varias especies en un espacio ecológico de 2 ejes del nicho



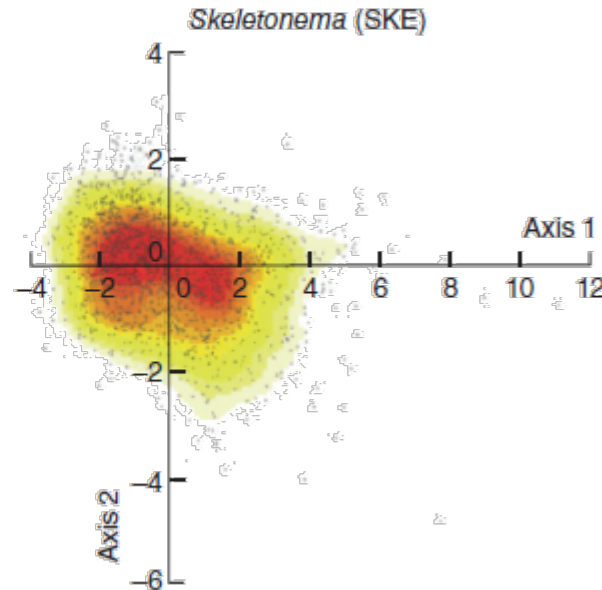
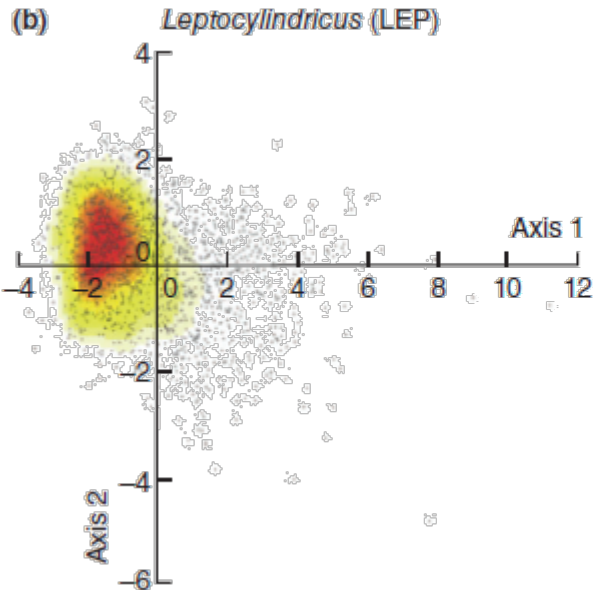
## Visualización multidimensional (uso de métodos multivariados : e.g., ordenación) para caracterizar nicho ecológico



### Efecto de variables ambientales sobre la distribución en el espacio multidimensional del nicho ecológico de las especies

Pesos (valores propios) de **7 variables ambientales** a lo largo de dos ejes de ordenación para 35 géneros de fitoplancton.

**Variables:** TEMP: temperatura agua; PAR: radiación fotosintéticamente activa; SALI: salinidad; TURB: turbidez; PO4: fosfatos; DIN: nitrógeno inorgánico disuelto; SIOH: silicatos



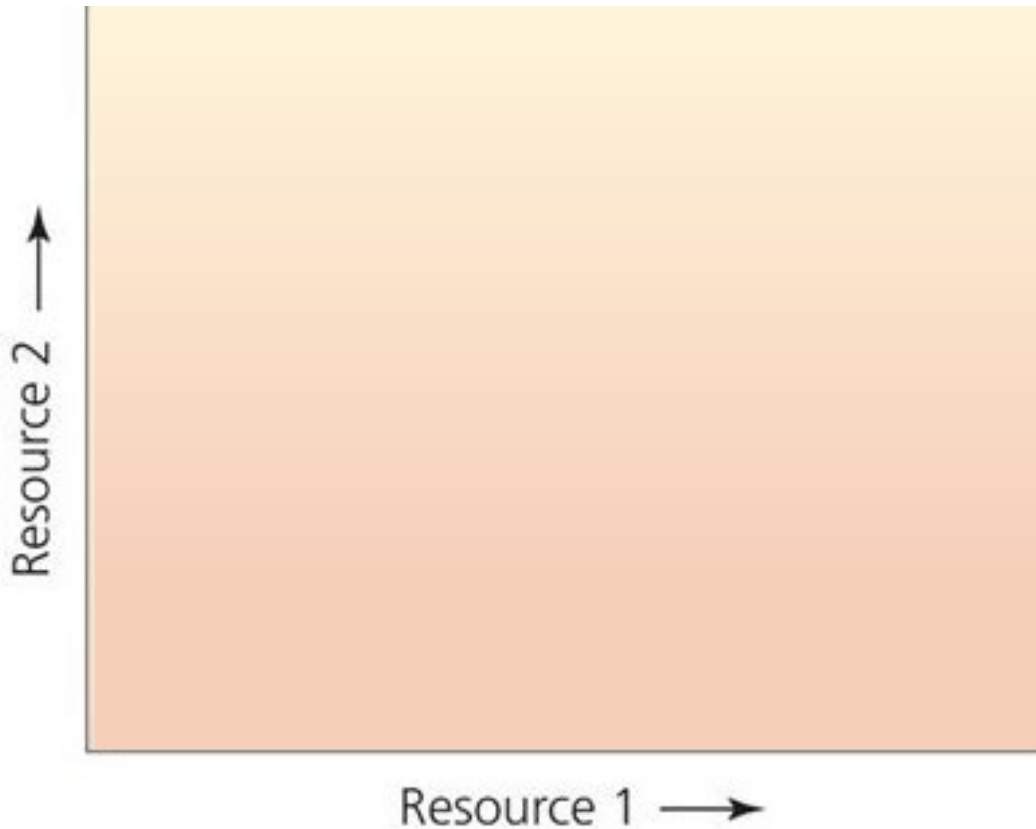
**Visualizar espacio ocupado (densidad poblacional) en el nicho ecológico** por dos géneros de fitoplancton (*Leptocylindrus*, LEP; y *Skeletonema*, SKE) a lo largo de dos ejes de ordenación influenciados por las 7 variables ambientales.

Gradiente de color: Amarillo (baja densidad) → Rojo (alta densidad)

## Tipo de nichos (en términos de lo posible)

Los ambientes tienen condiciones en límites aceptables y recursos necesarios

↳ Una especie puede potencialmente estar y persistir allí



- Sin embargo, dos factores limitan lo anterior
  1. Llegar y colonizar
  2. Competencia y/o depredación

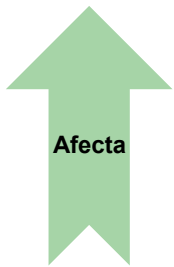
# Entonces... ¿Cuál es el nicho de una especie?

## 1. Llegar y colonizar

Especie está en todas las **condiciones que tolera** y usa todos los **recursos que requiere** para mantener una población viable

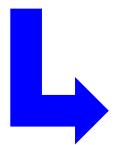
- Sin competidores, depredadores, parásitos, herbívoros

Nicho fundamental/potencial

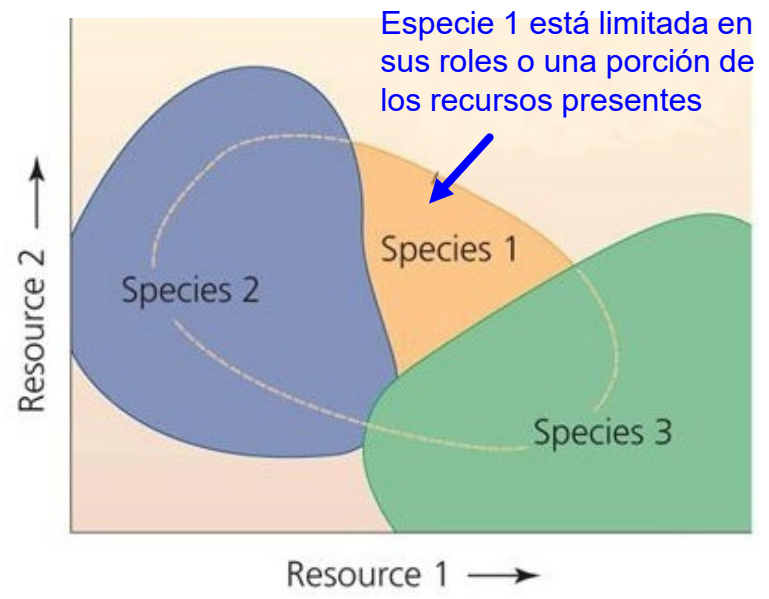
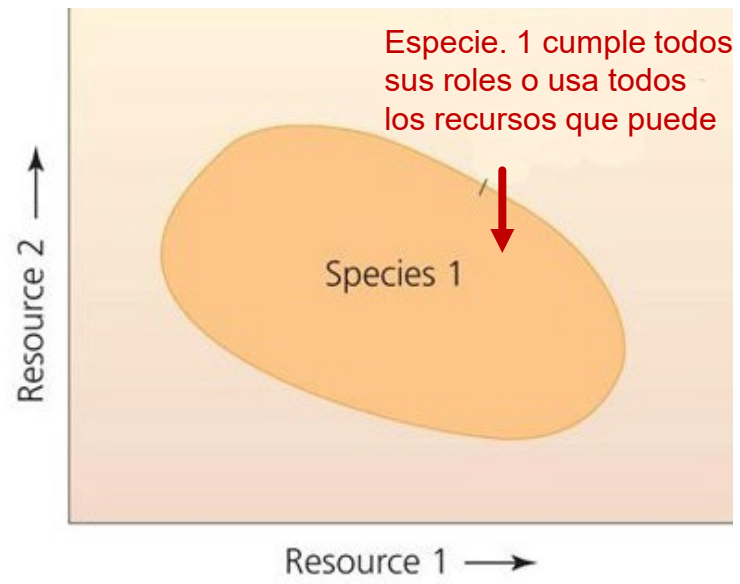


## 2. Competencia, depredación, parasitismo, herbivoría

Limita estar en todas las condiciones y utilizar todos los recursos



Nicho realizado

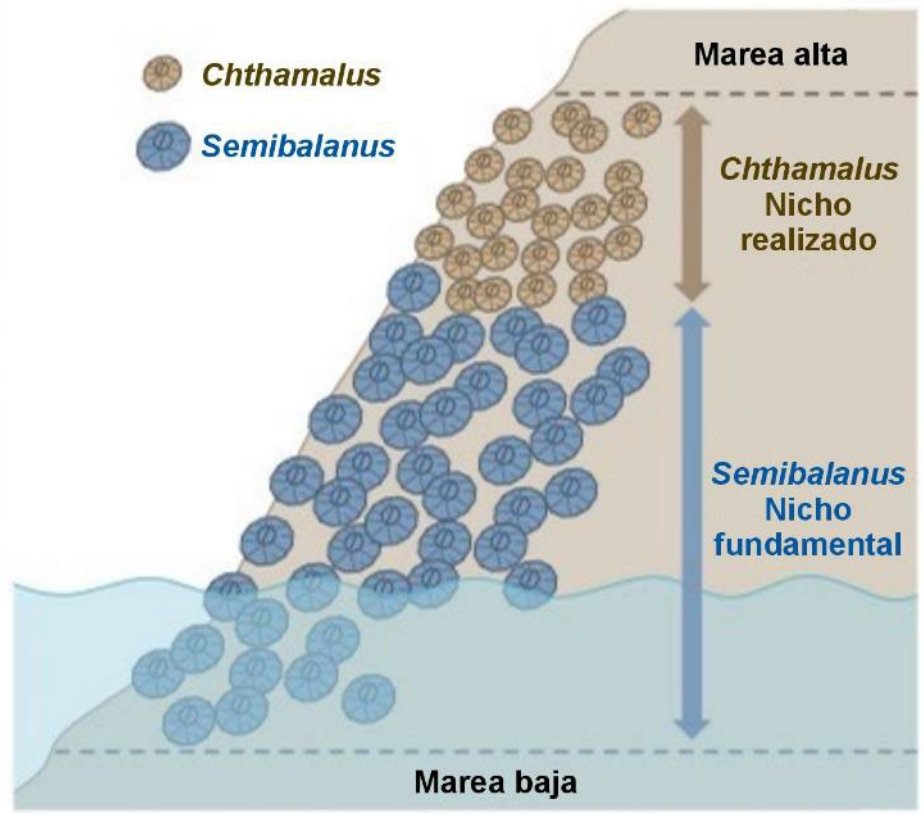
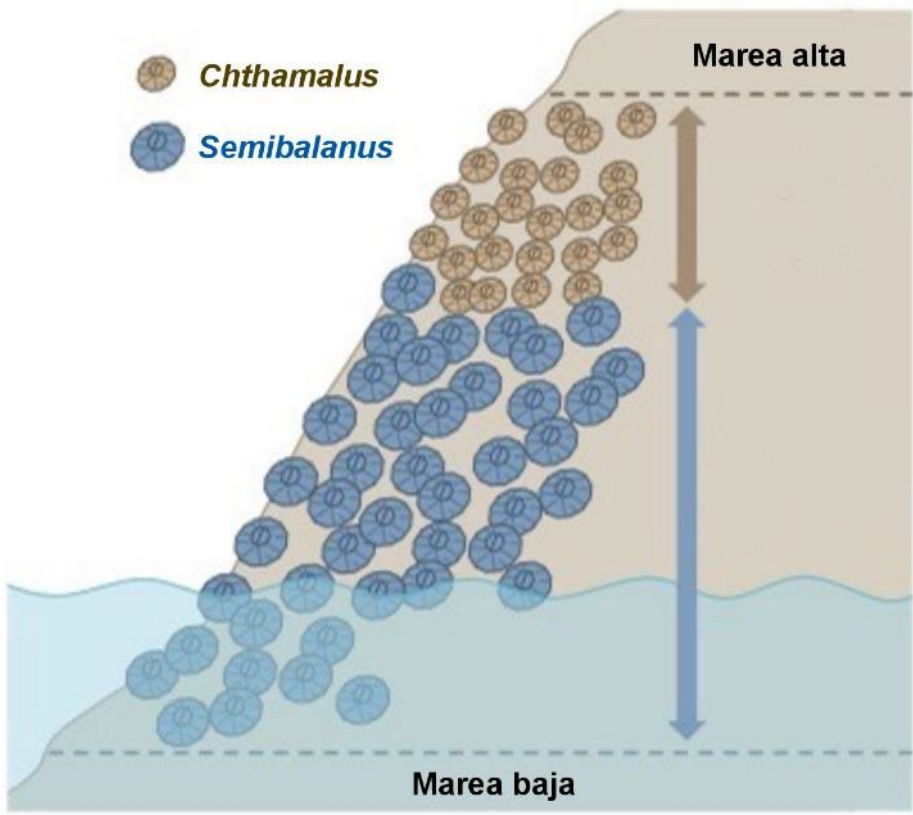


En términos de la frecuencia o abundancia de individuos por población a lo largo del eje del nicho

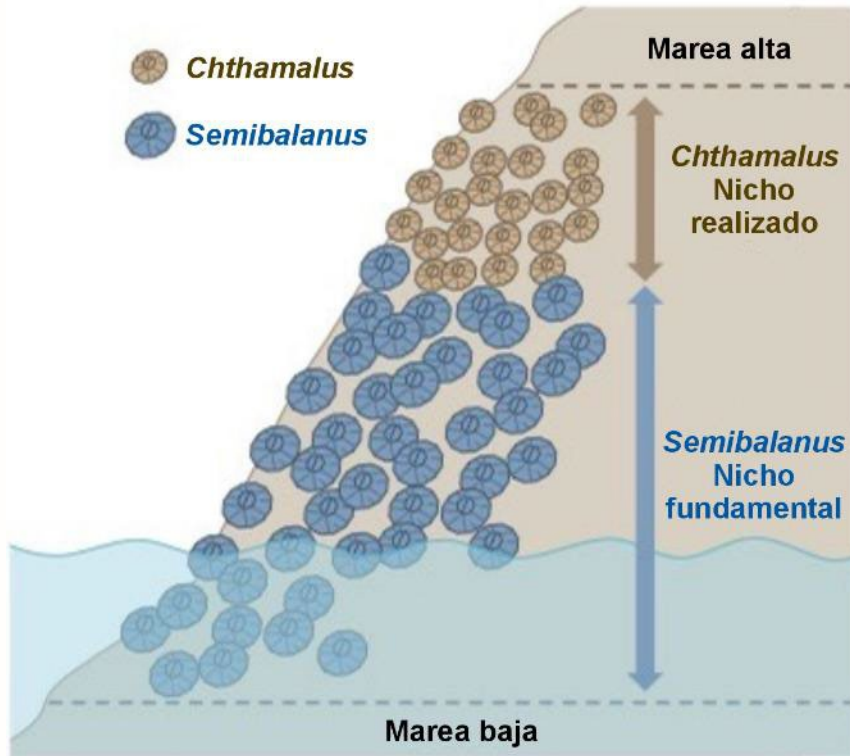


# Joseph Connell y los experimentos de competencia entre barnaclas

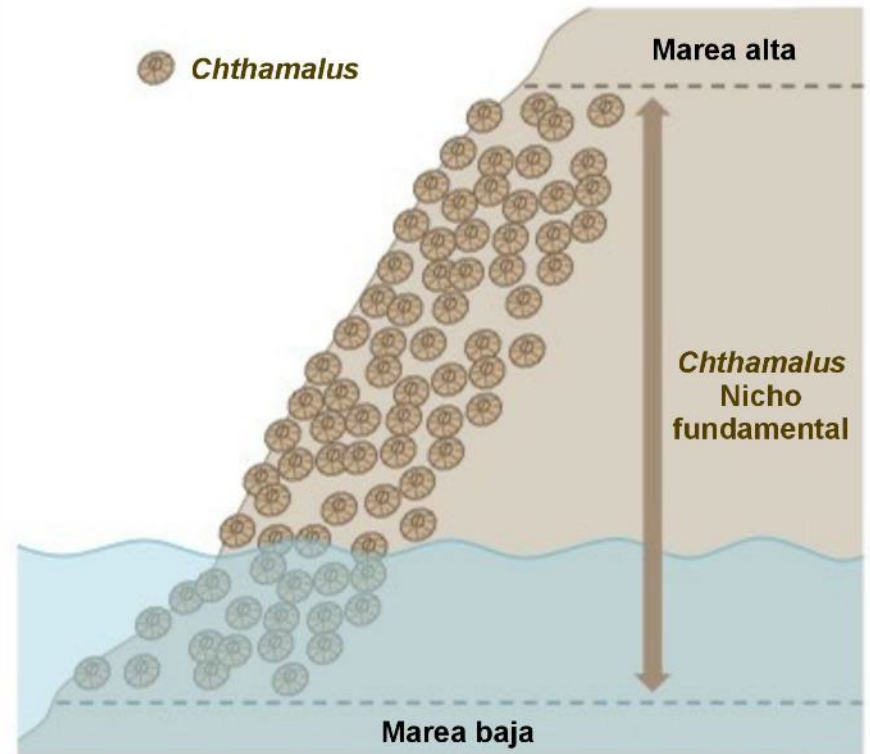
Playa rocosa intertidal (Millport, Isla de Cumbrae, Escocia)



Connell, J.H. 1961. The influence of interspecific competition and other factors on the distribution of the barnacle *Chthamalus stellatus*. Ecology 42:710-723



Remoción experimental  
de *Semibalanus*



Connell, J.H. 1961. The influence of interspecific competition and other factors on the distribution of the barnacle *Chthamalus stellatus*. Ecology 42:710-723