

Unidad 2

Condiciones ambientales y organismos

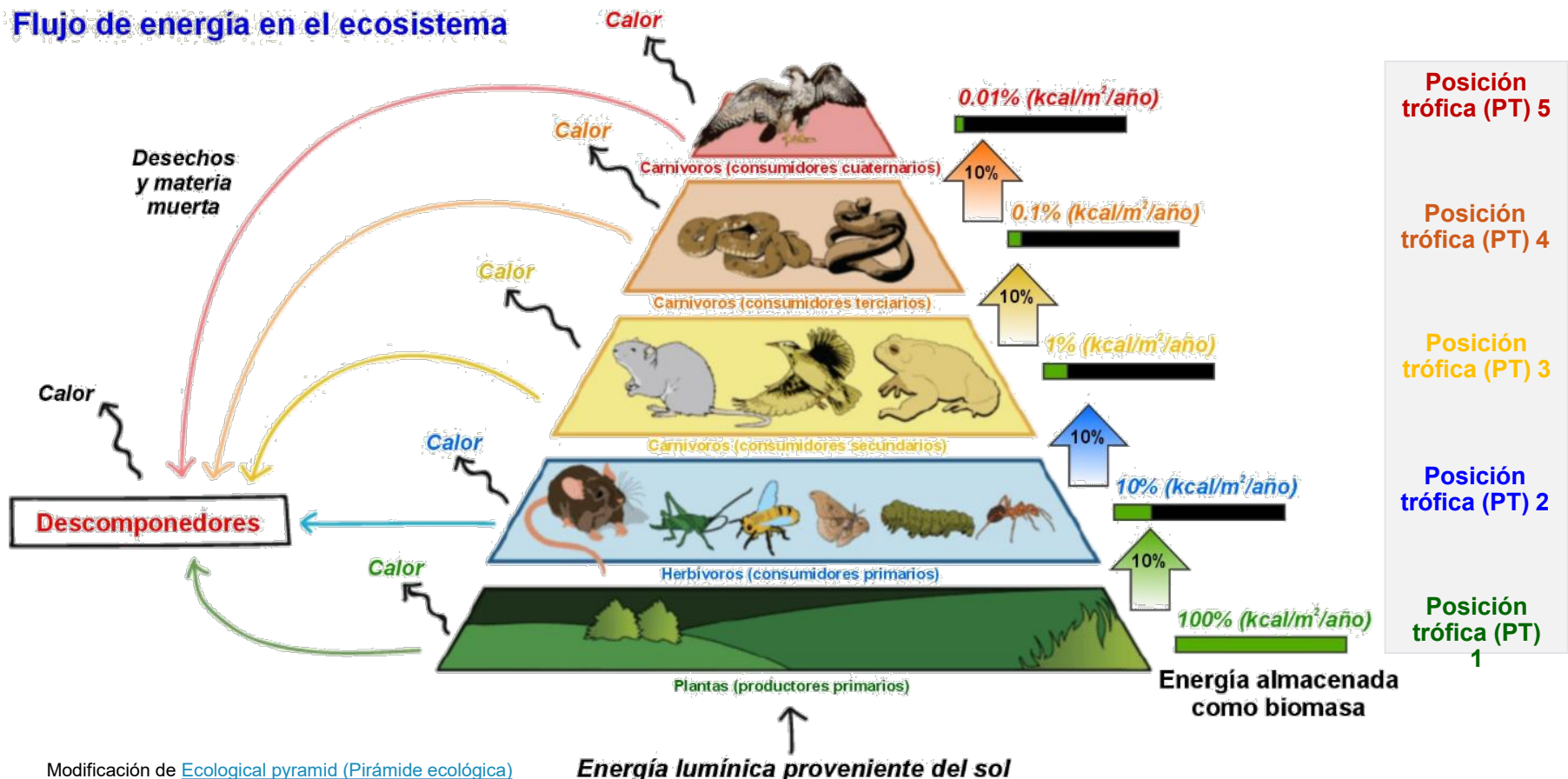
Tema 7

Adaptaciones de los animales

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

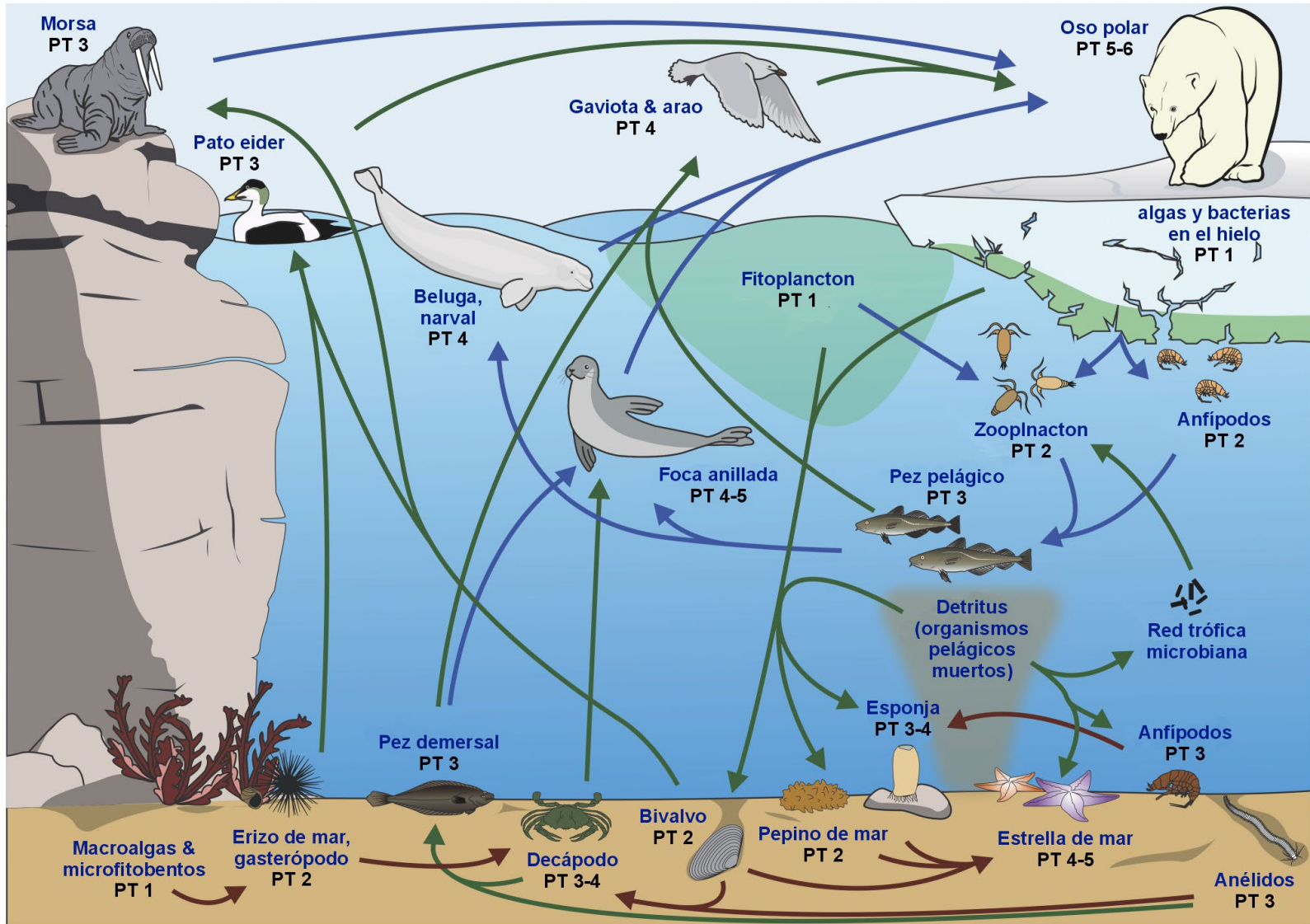
- **Heterótrofos (= consumidores) son recurso para otros consumidores**
 - **Generación de flujo de materia y energía a través de una **cadena trófica****

Flujo de energía en el ecosistema

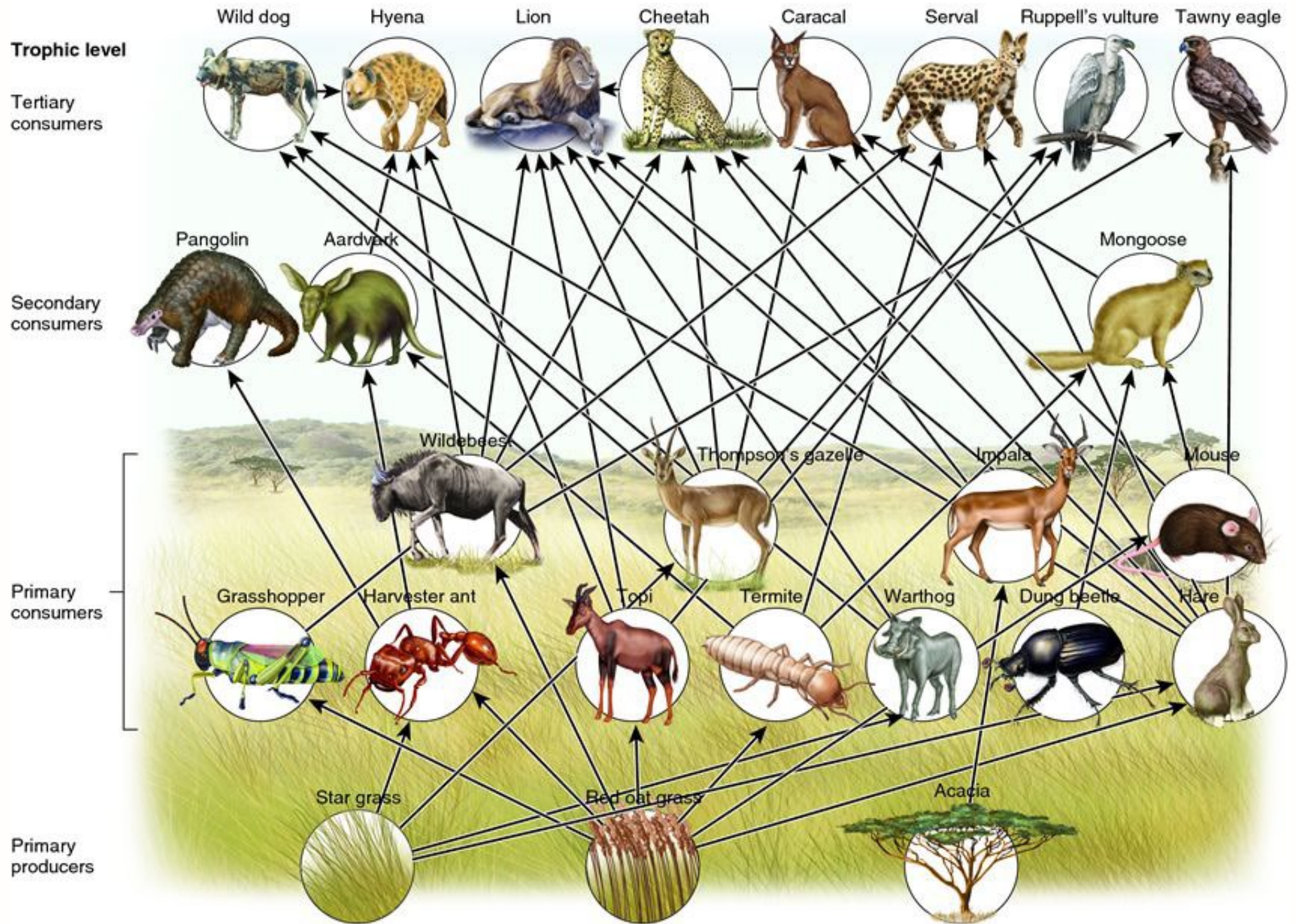


Varias cadenas tróficas en un ecosistema forman **redes tróficas**

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



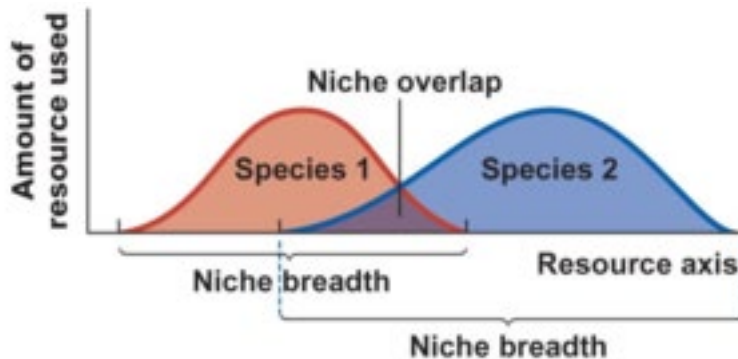
Tipos (clasificaciones) de consumidores

- Varían **dependiendo de:**

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



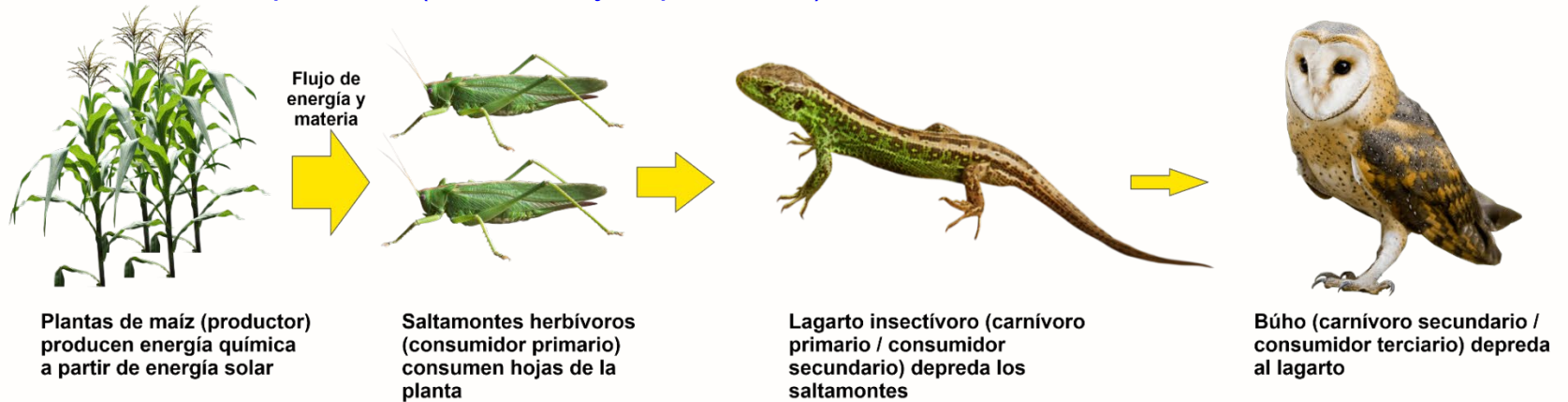
2. **Amplitud de nicho** respecto al grado de uso del recurso disponible



(a)

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

Cadena trófica de pastoreo (herbivoría y depredación)



Cadena trófica de los detritus (saprotrófia)



Cadena trófica de pastoreo

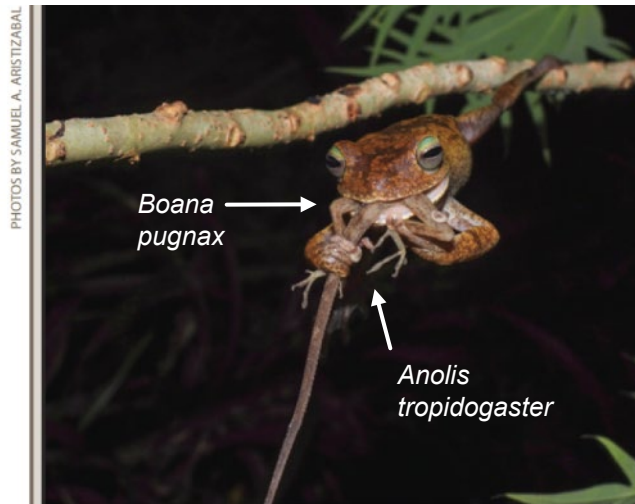
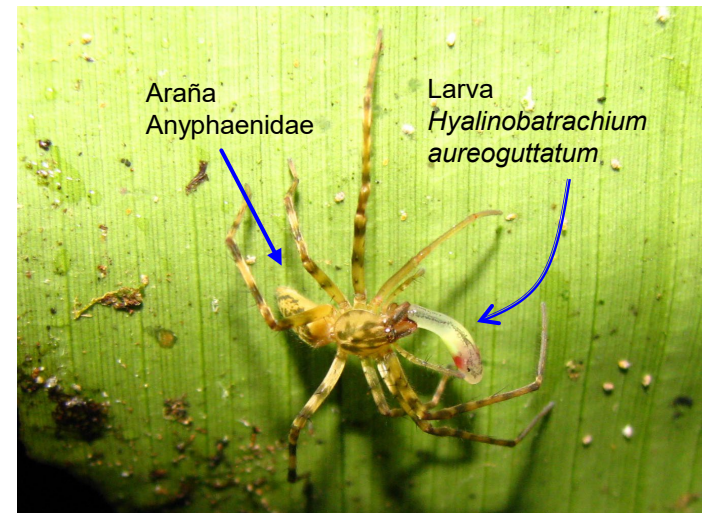
Herbívoros (ramoneadores)

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



Depredadores

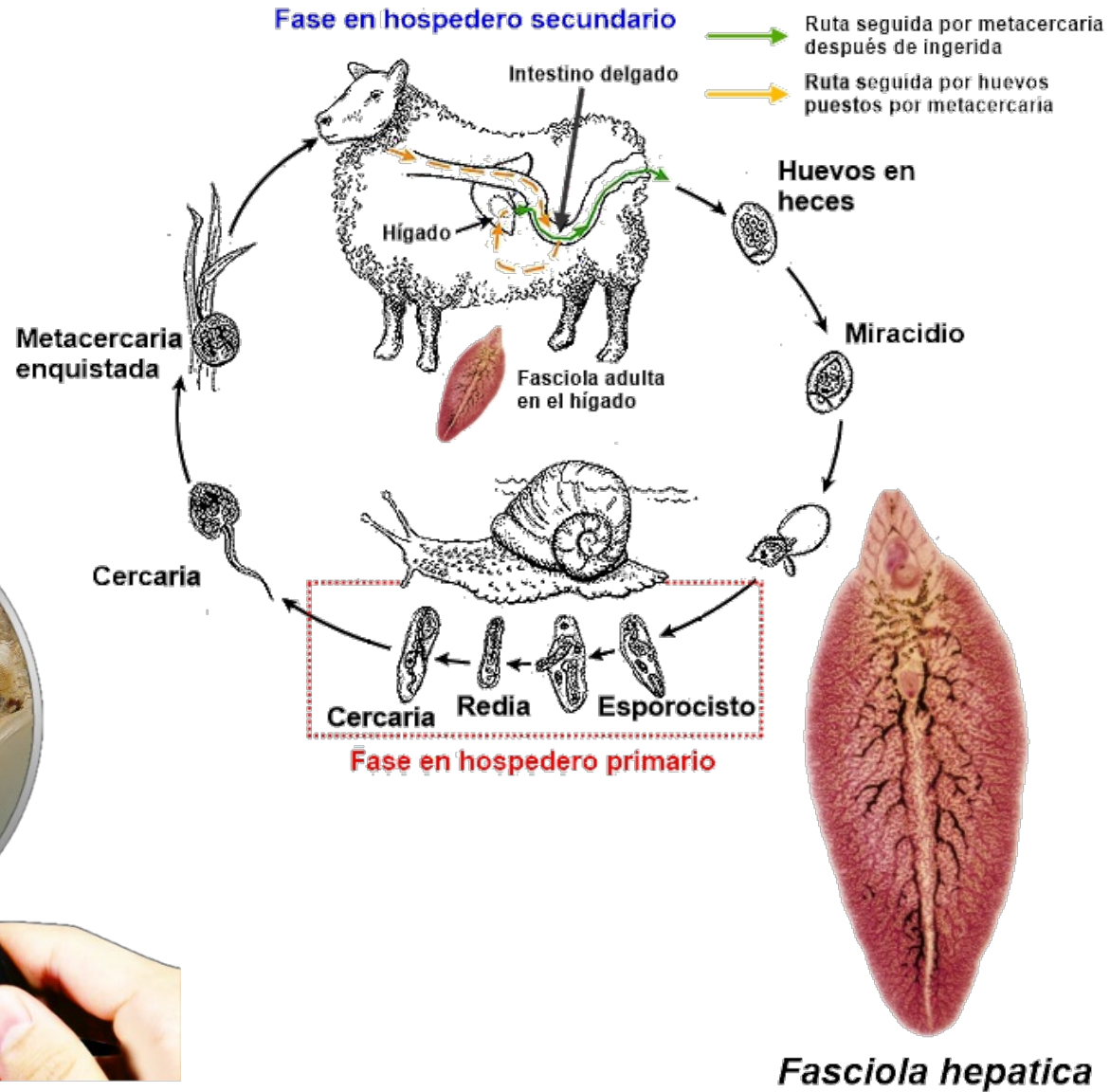
- Muchos tipos de presas. Generalmente matan la presa inmediatamente



Parásitos

- Alimentarse de hospederos.
No matan inmediatamente

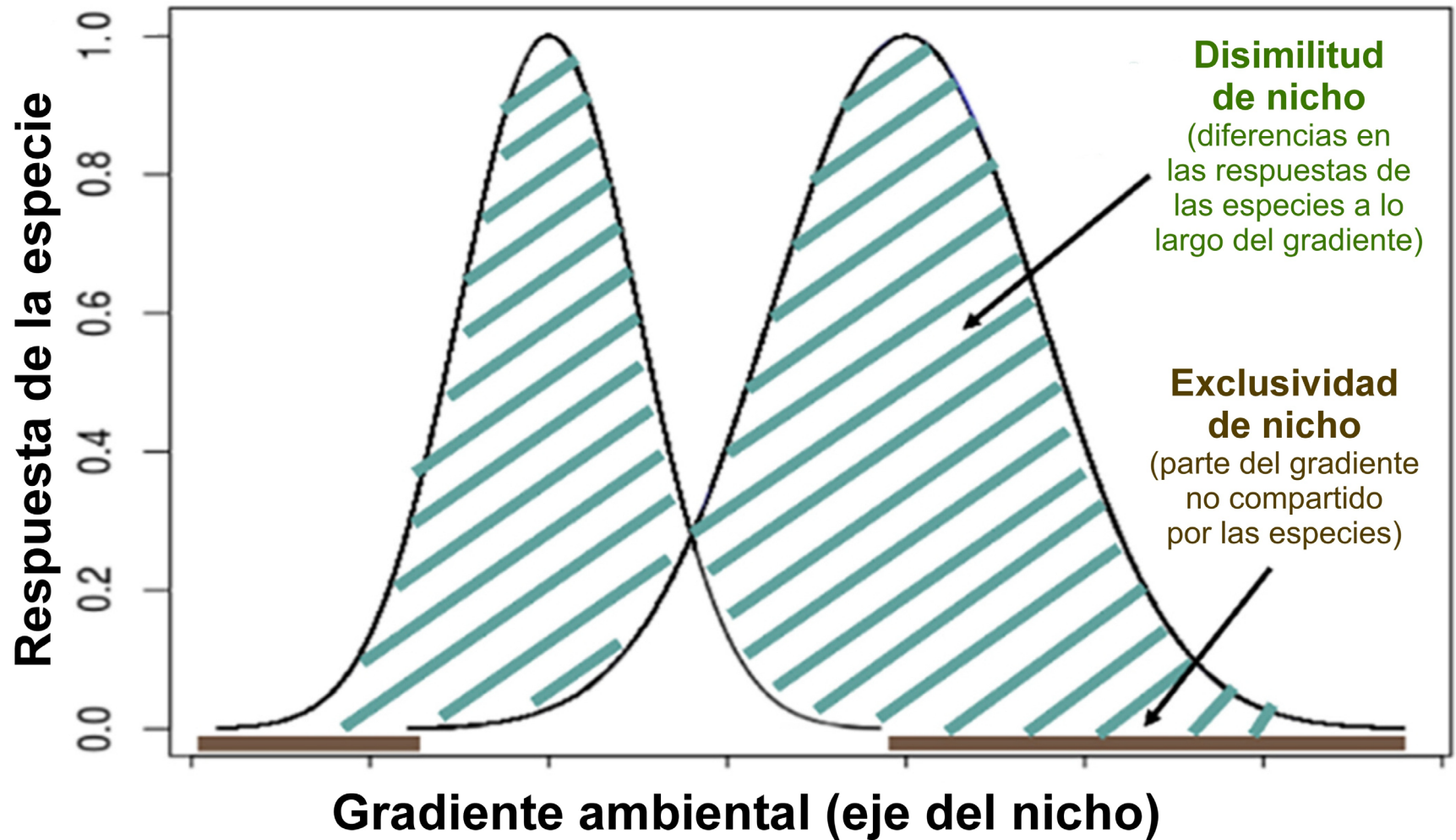
Endoparásitos (e.g. duela hepática - trematodos)



Ectoparásitos (e.g. piojos)

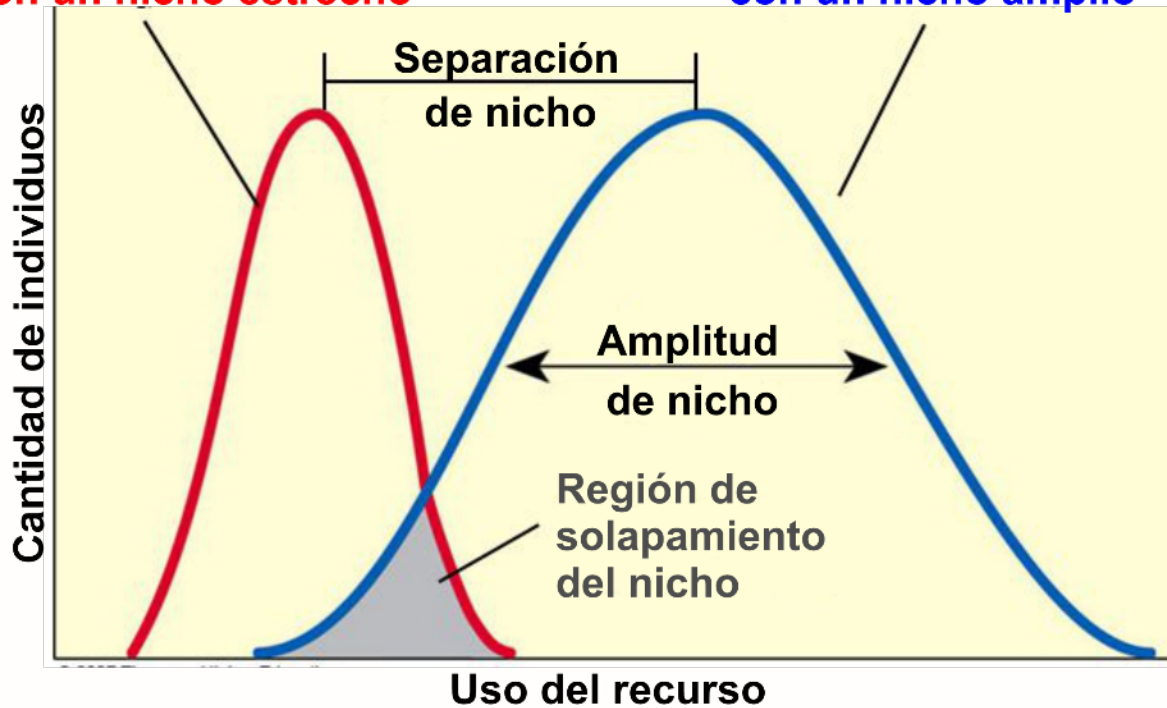


2. **Amplitud de nicho** respecto al grado de uso del recurso disponible



**Especie especialista
con un nicho estrecho**

**Especie generalista
con un nicho amplio**



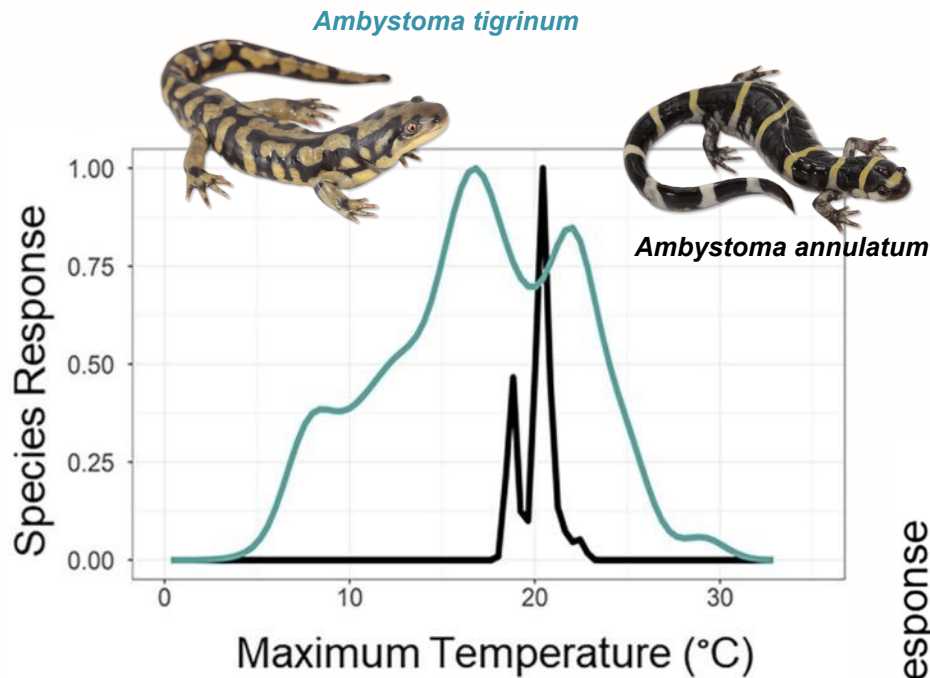
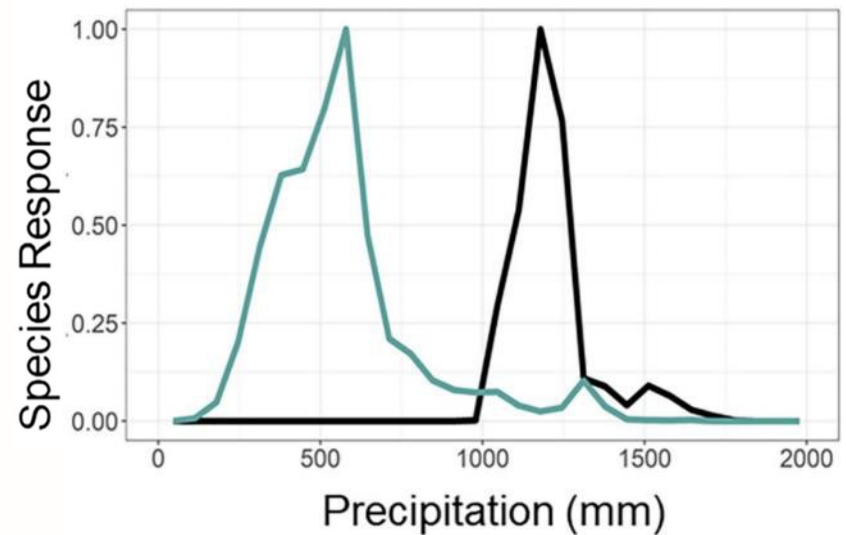
Sobre dietas: **1. Estenófago:** uso restringido de tipos de presas

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

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

2. Polífago: consumo de muchos
tipos de presas

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

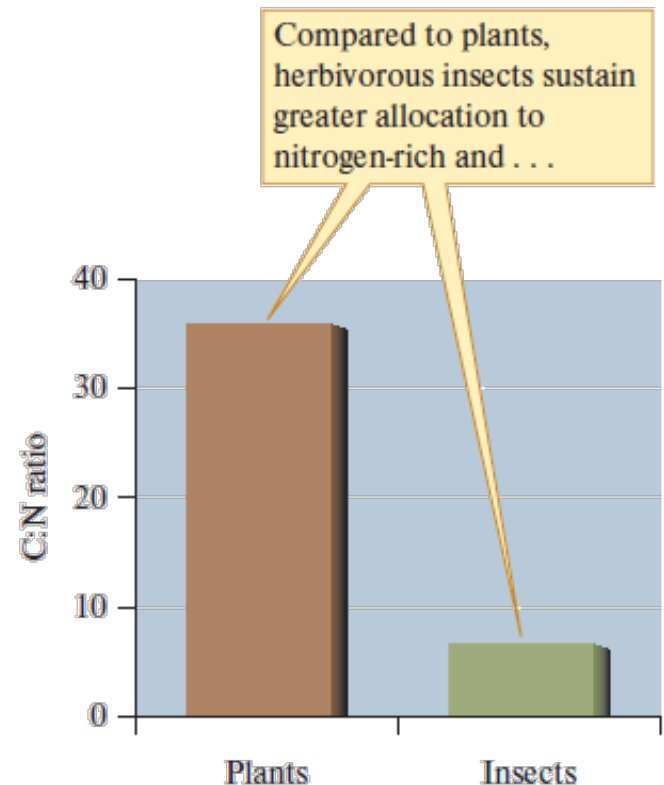
Proporción **carbón : nitrógeno** en plantas y animales

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

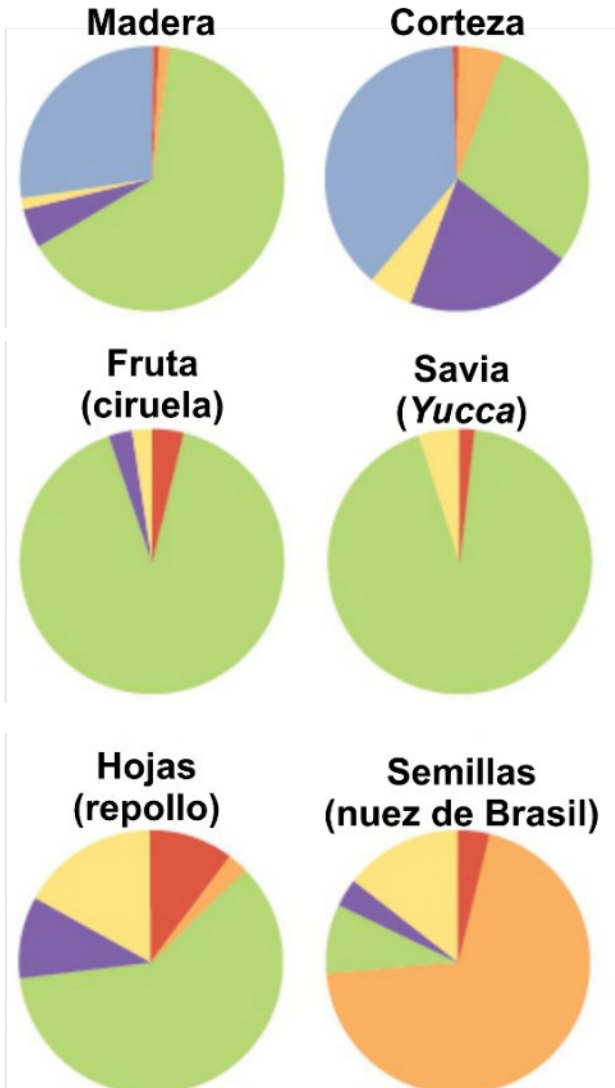
- Tejidos muy proteicos
 - Sin carbohidratos estructurales y/o fibras
- C : N ($\sim 10 : 1$)



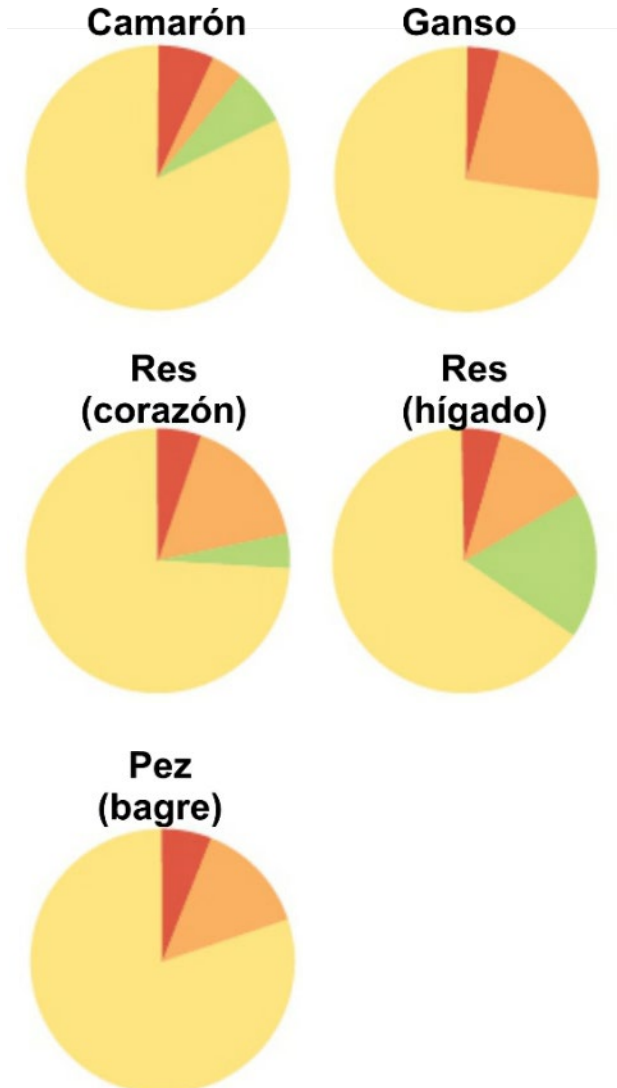
Valor del recurso como alimento: consecuencias ecológicas y evolutivas!!



PLANTAS



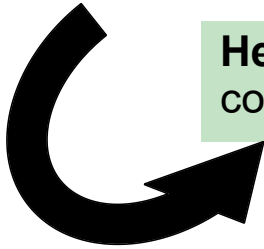
ANIMALES



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



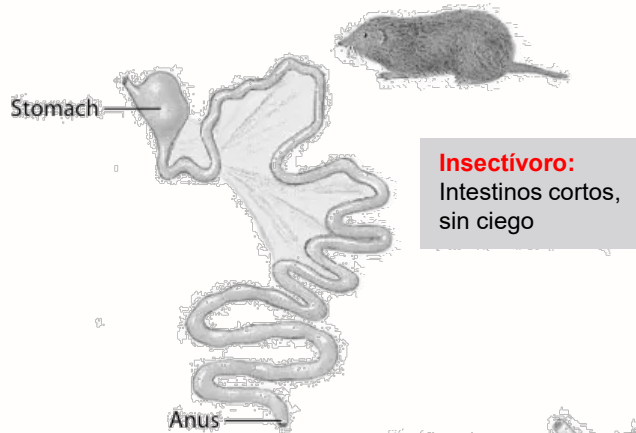
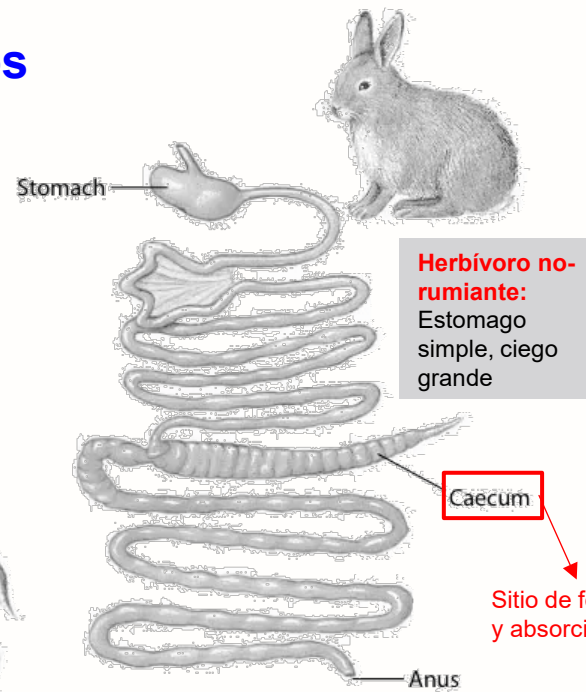
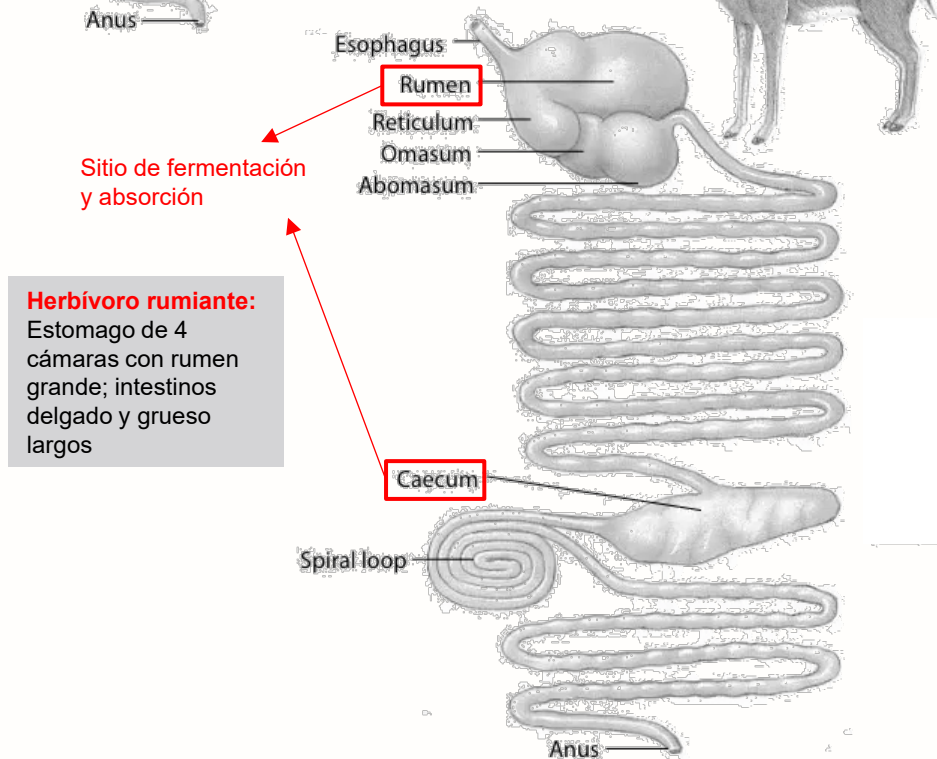
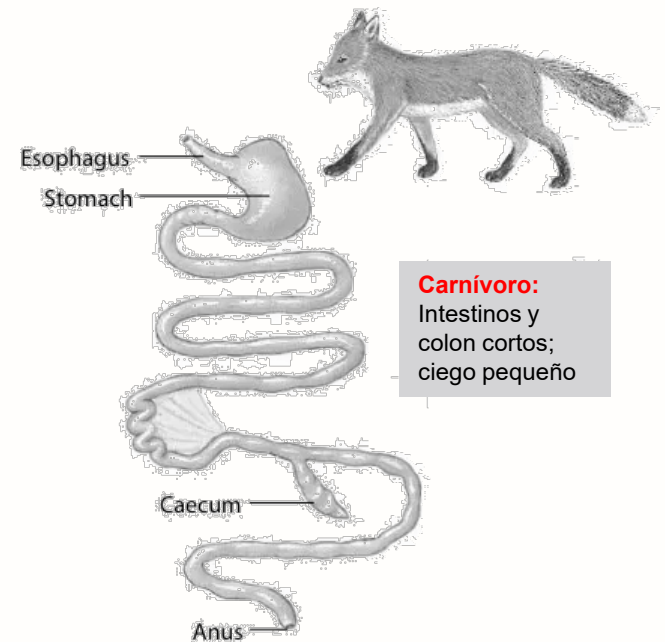
Herbívoros: estrategias y mecanismos para obtener eficientemente conseguir proteínas o obtener energía de los carbohidratos

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

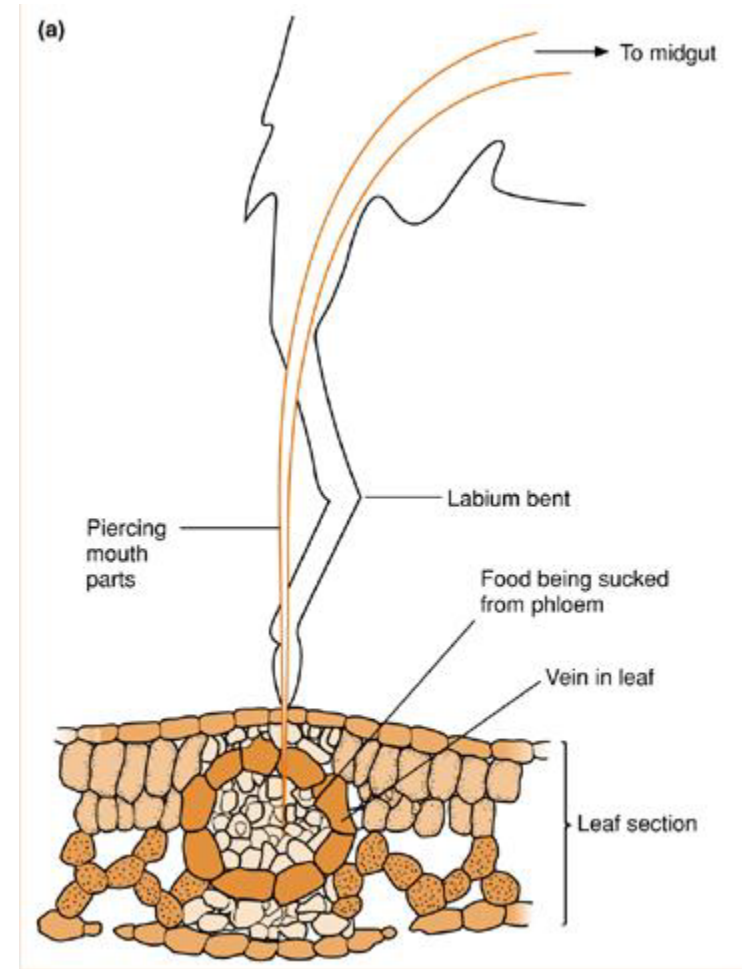


Especializaciones herbívoros

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

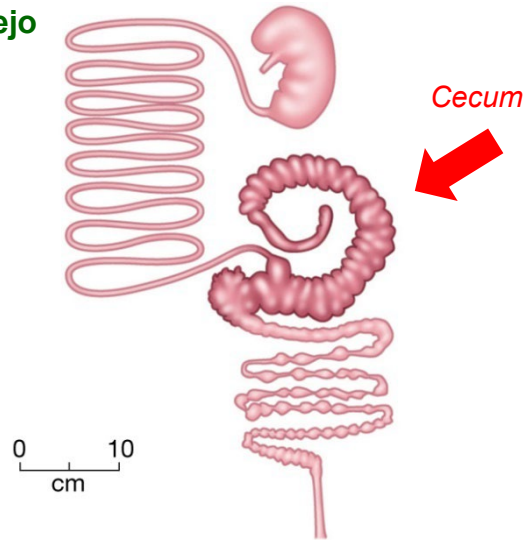
- Simbiosis con microorganismos para fermentación



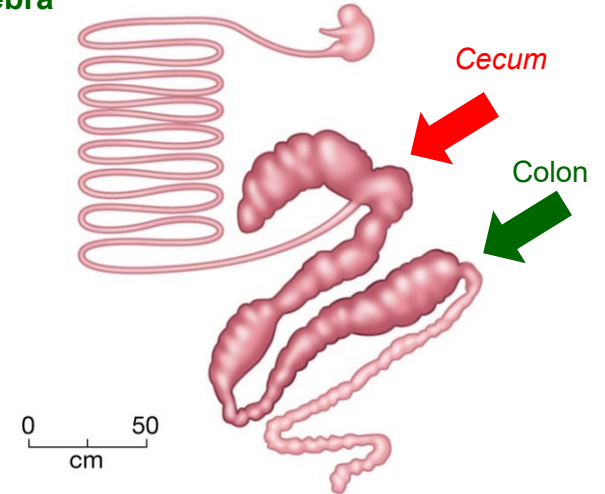
Variación de las cámaras en longitud y tipo

- Estómago
- Cecum (ciego)
- Colon

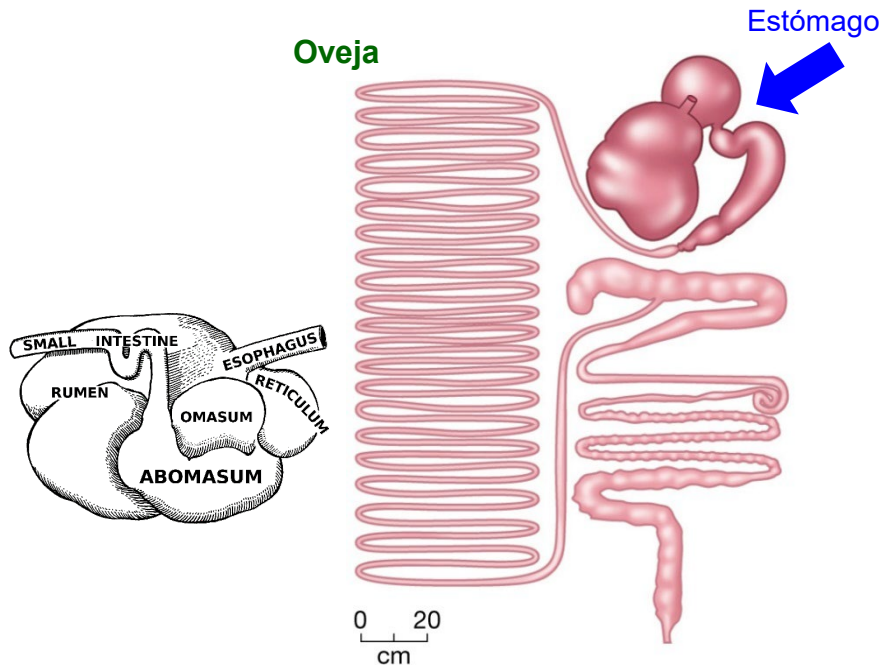
Conejo



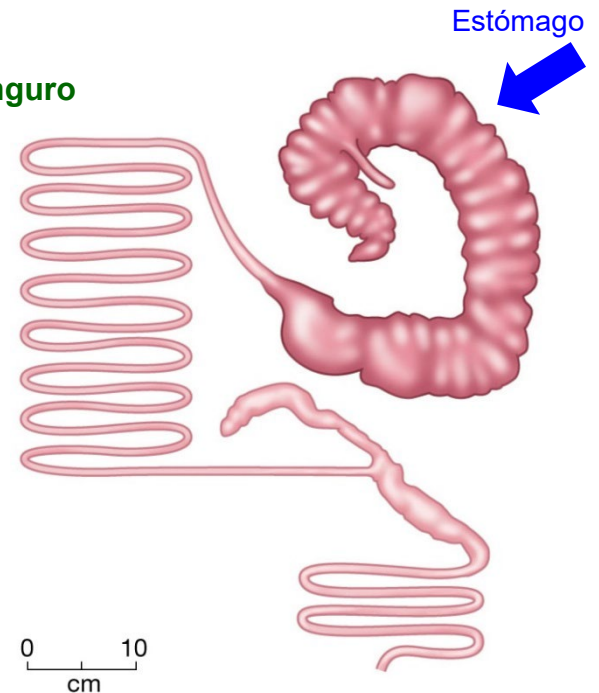
Cebra



Oveja



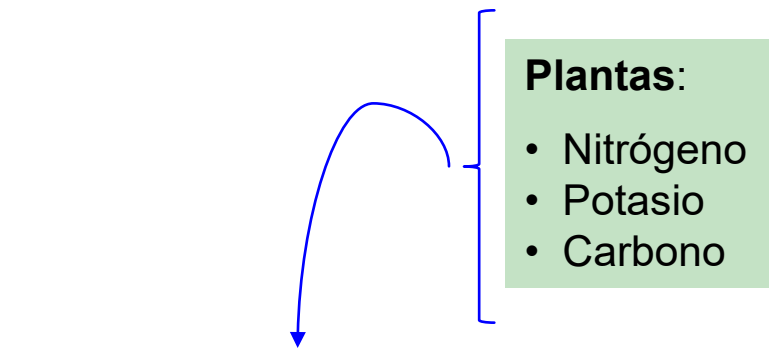
Canguro



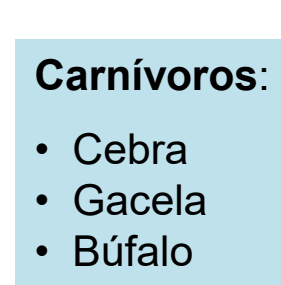
Clasificación de recursos e isóclinas de crecimiento (individual y poblacional) dependiente del recurso

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

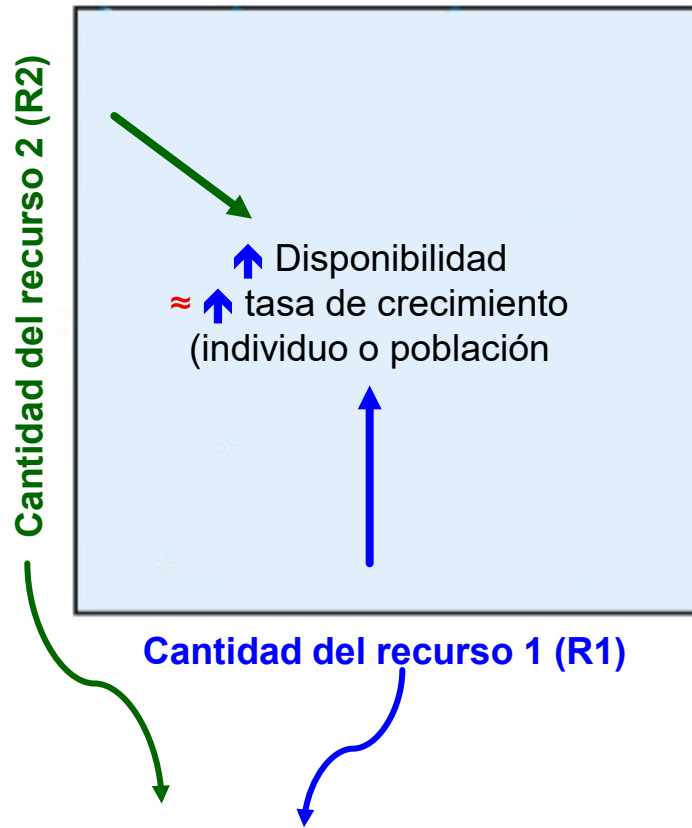
- Dependiendo de lo **esencial**, **sustituible** o **complementario** que sean para el organismo o población que los demanda



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



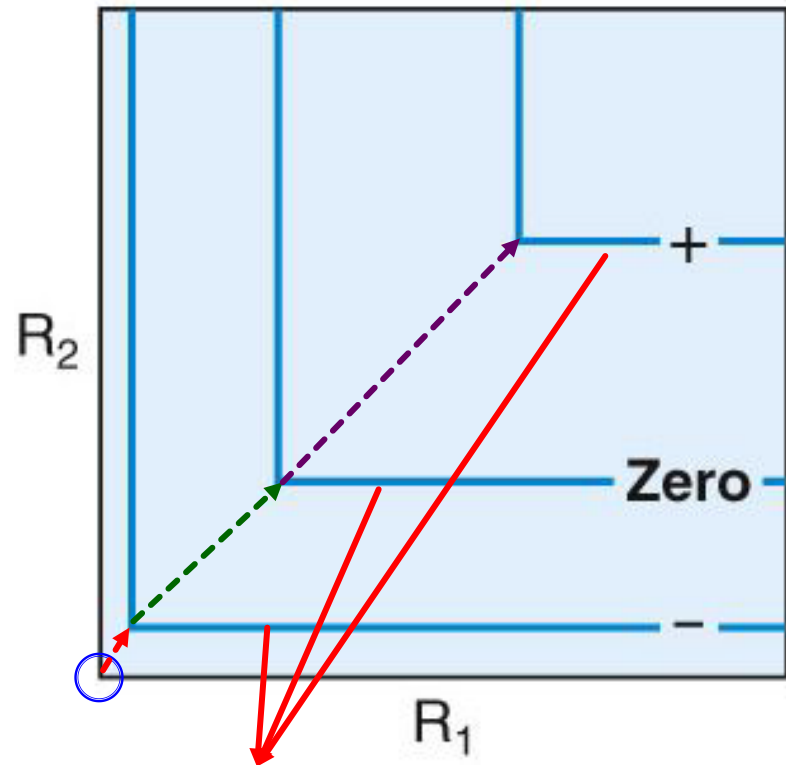
Si son similares en tamaño, estos
recursos pueden ser intercambiables



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

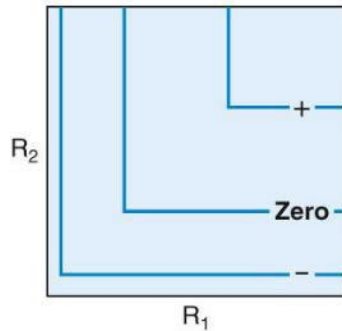
Diferentes cantidades de R_1 y R_2 producirán diferentes tasas de crecimiento poblacional



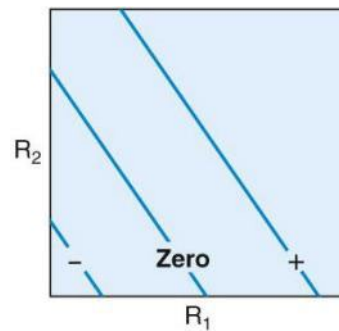
Isoclinas (+, cero, -): cuanto más alejadas del origen (○), mayor tasa de crecimiento

Cinco tipos de recursos

Esenciales



Sustituibles

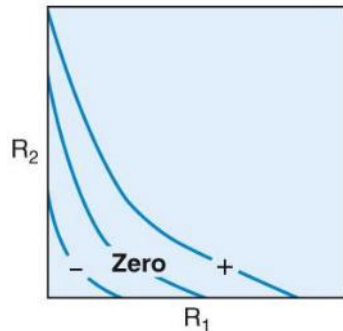


Cero (zero): isocline de tasa de crecimiento neto cero = no hay reducción/aumento de la tasa de crecimiento (mantenimiento) (ICNC: isocline crecimiento neto cero de un generalista; ingles ZNGI)

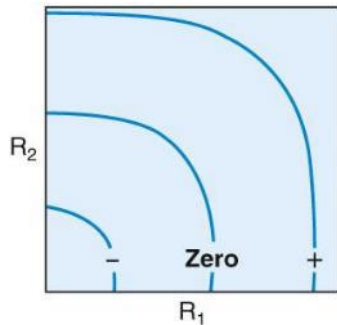
Negativo (–): isocline de tasa de crecimiento negativo = menor cantidad de recurso (R_1 y R_2) que en isocline cero

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

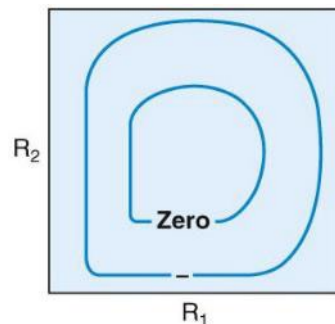
Complementarios



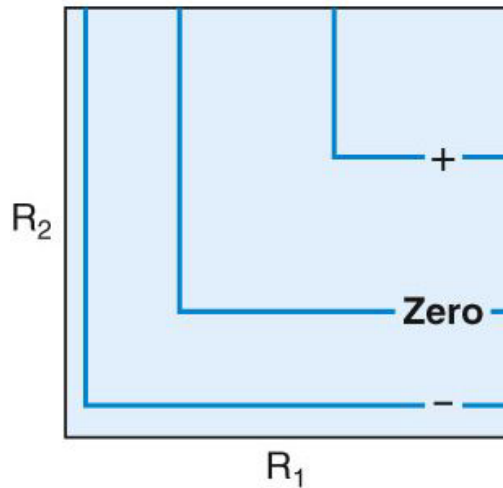
Antagonistas



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



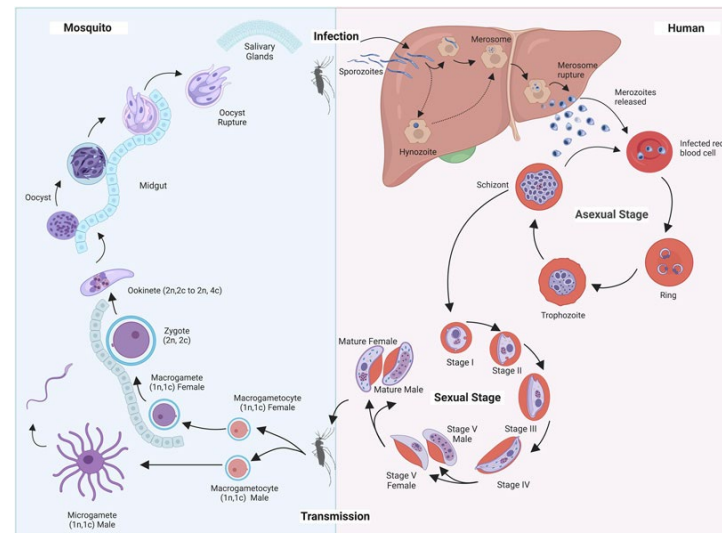
- La tasa máxima de crecimiento dada por un recurso se alcanza a menos que el otro recurso este en una disponibilidad menor



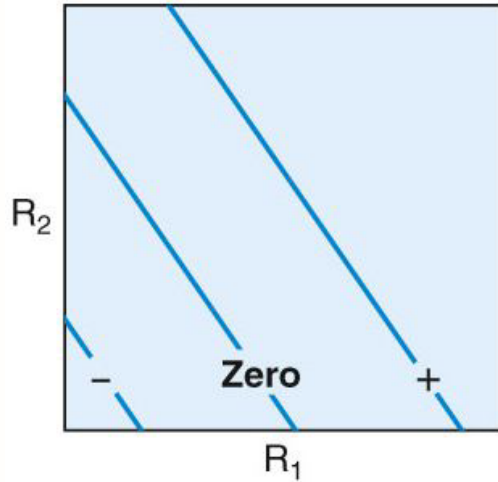
La tasa de crecimiento estará determinada por el recurso con la oferta más limitada

- Requerimiento de NO_3^{-1} y PO_4^{-3} para el crecimiento de las plantas
- Pobreza en NO_3^{-1} limita crecimiento de raíces ~ planta no “forrajea” en áreas con disponibilidad de PO_4^{-3}

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



Sustituibles

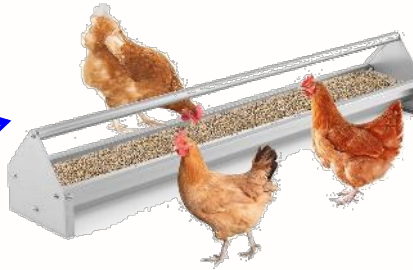


Dos recursos son perfectamente sustituibles cuando uno de ellos puede reemplazar completamente al otro



Trigo

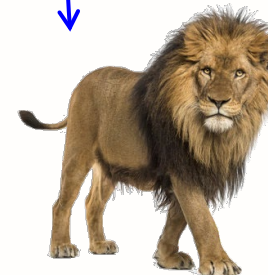
Cebada



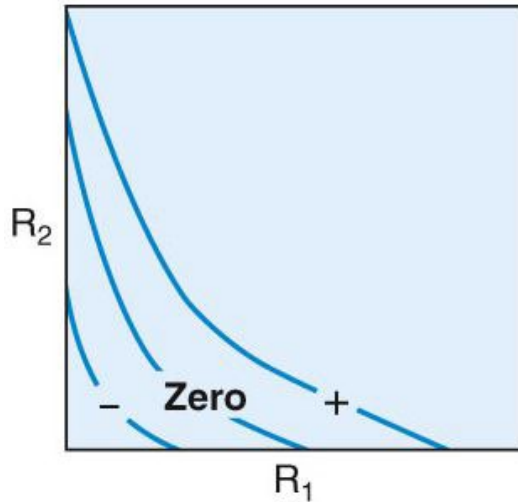
- No implica que los dos recursos son igualmente buenos

↳ 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

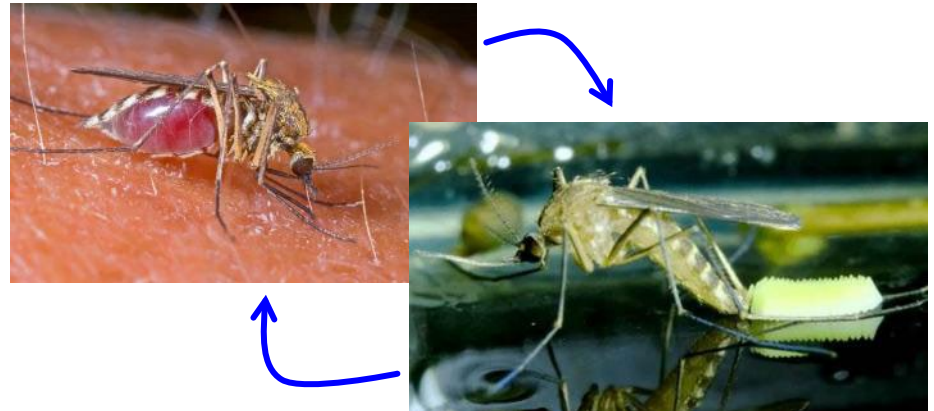
Vegetariano

Frijol (provee lisina – aminoácido esencial –)

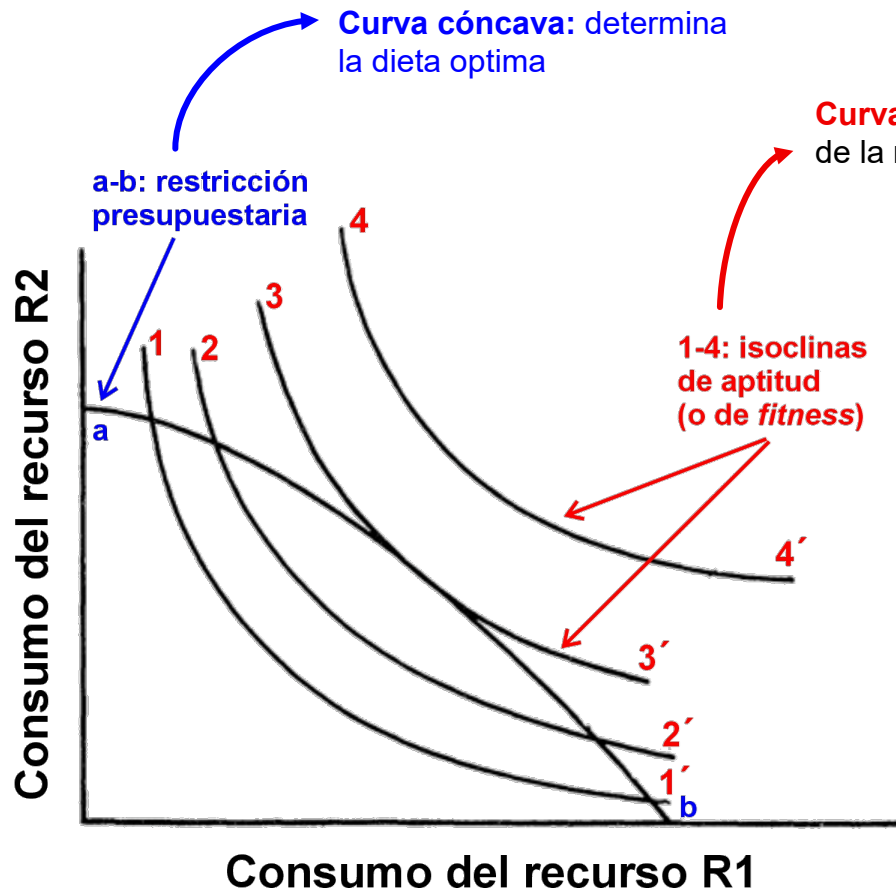


+

Arroz (provee aminoácidos con sulfuro)



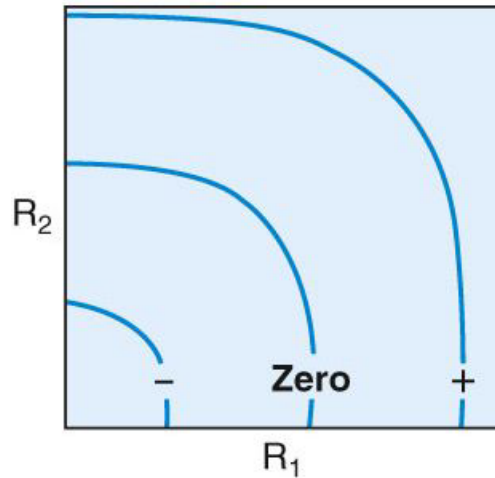
- Desempeño de la progenie: interacción entre calidad de los hospederos y de los sitios
- **Tomar decisiones:** alimentarse de huéspedes cerca de sitios de alta calidad o poner huevos en sitios cercanos a huéspedes de alta calidad



- **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

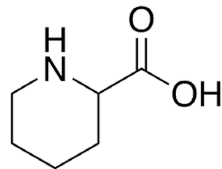
Efecto de los ácidos:

- **Inocuo** si se consume recursos con presencia de cada ácido independientemente
- **Negativo** si se consumen simultáneamente

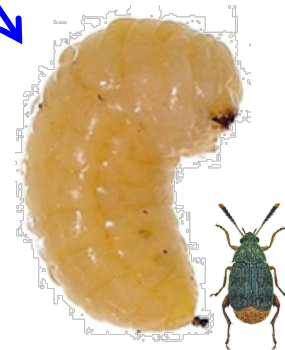
Recursos que contienen diferentes compuestos tóxicos que actúan sinérgicamente (más que solo aditivamente) sobre sus consumidores



Ácido pipecólico - aminoácido no proteinogénico - (en semillas de leguminosas como defensa contra herbívoros)

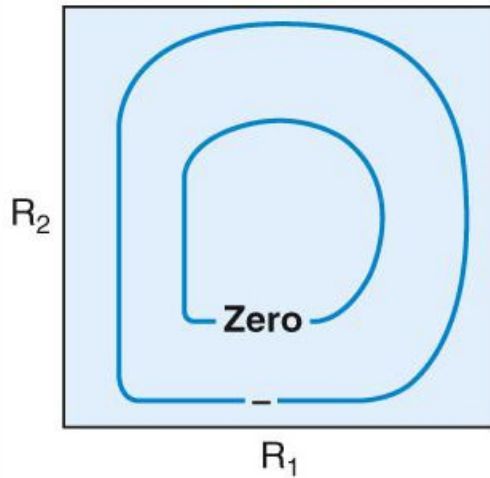


Ácido jengcólico - aminoácido no proteinogénico - (en semillas de leguminosas como defensa contra herbívoros)

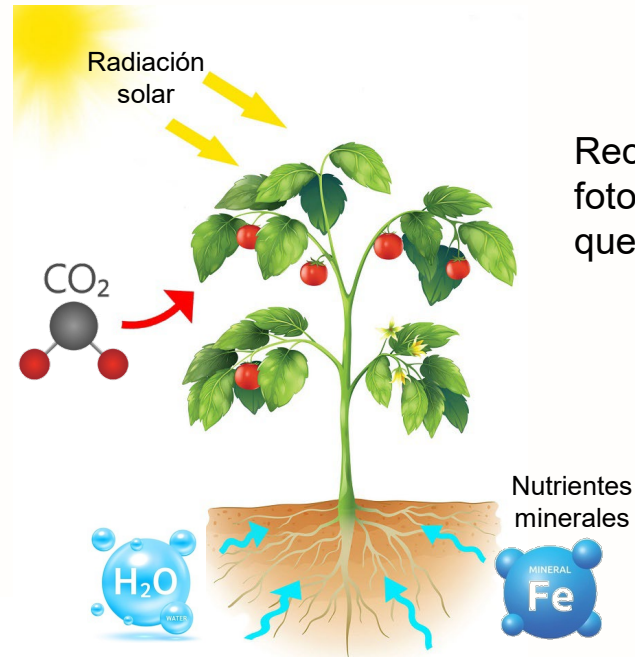


Larva de un escarabajo brúquino (Chrysomelidae: Bruchinae)

Inhibidores



Dos 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**: respuestas de las especies a través de un 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)

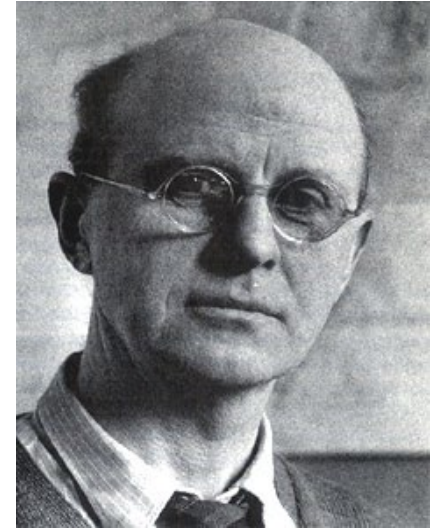


Definiciones

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):

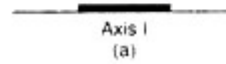
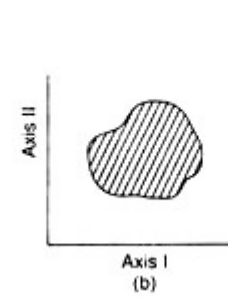
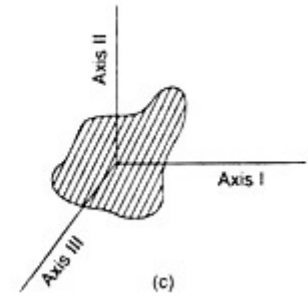
“Formas en las cuales las tolerancias y los requerimientos interactúan para definir las condiciones y los recursos necesarios para el desempeño de un organismo”

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

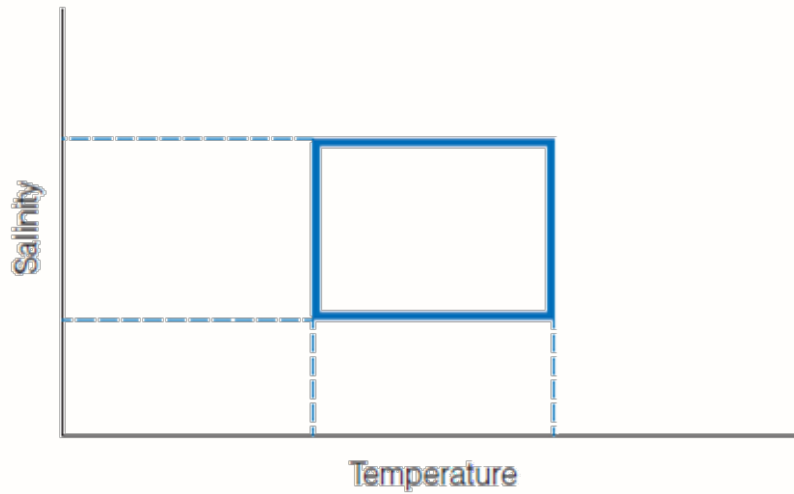


Nicho es multidimensional

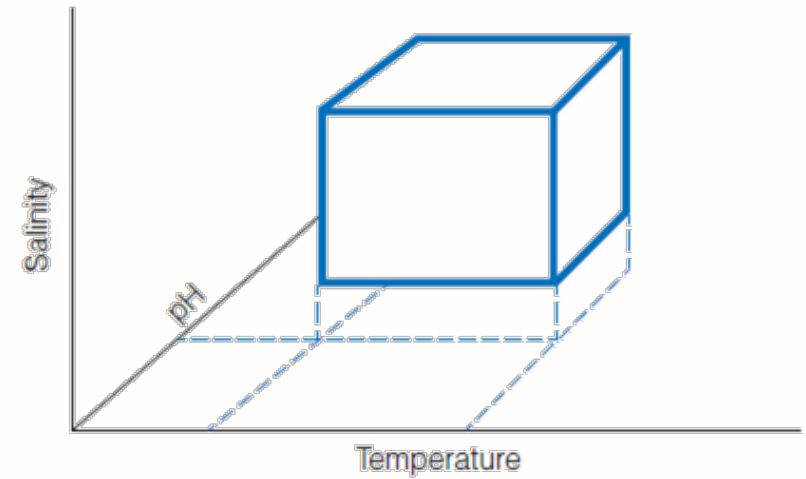
- Varias dimensiones (ejes) del nicho



(a) One dimension

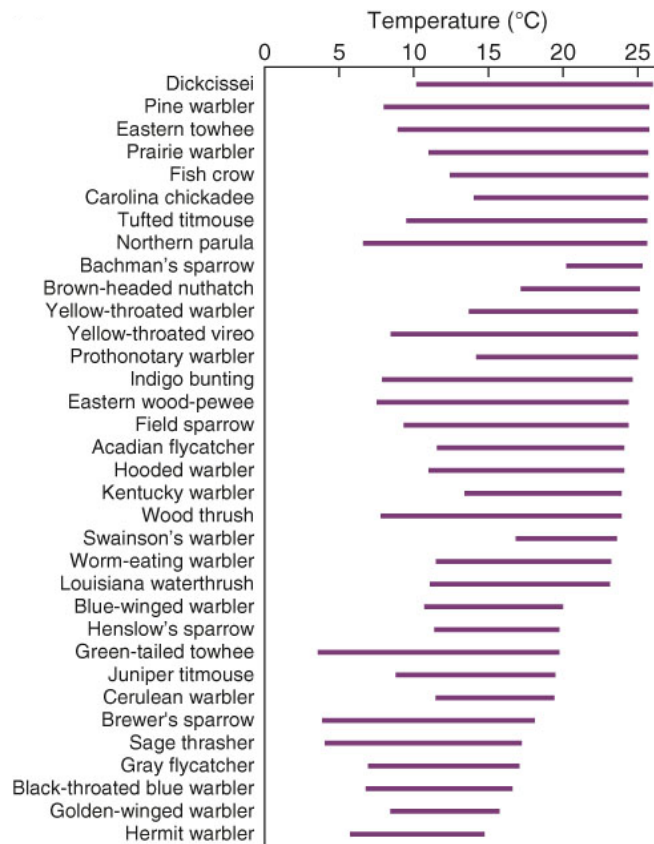


(b) Two dimensions

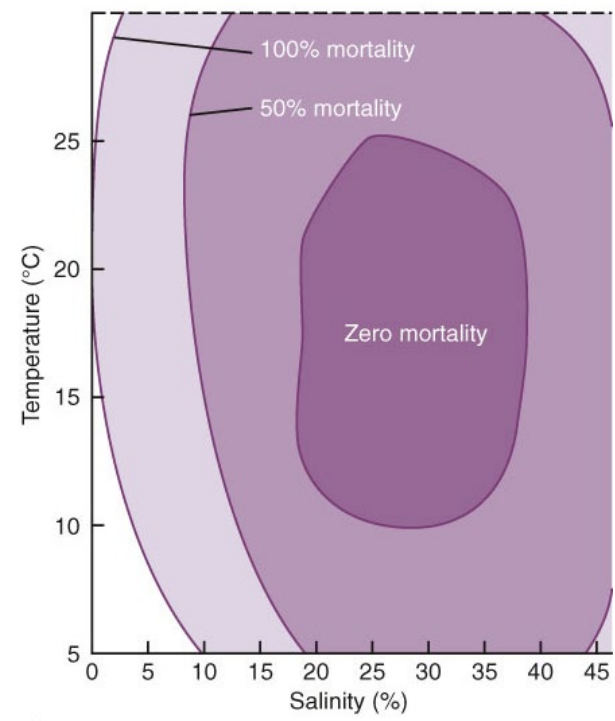


(c) Three dimensions

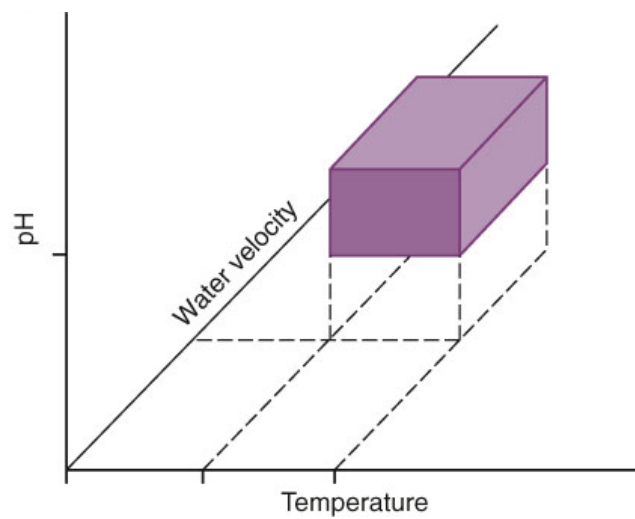
1 eje del nicho: aves passerinas y rango térmico



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

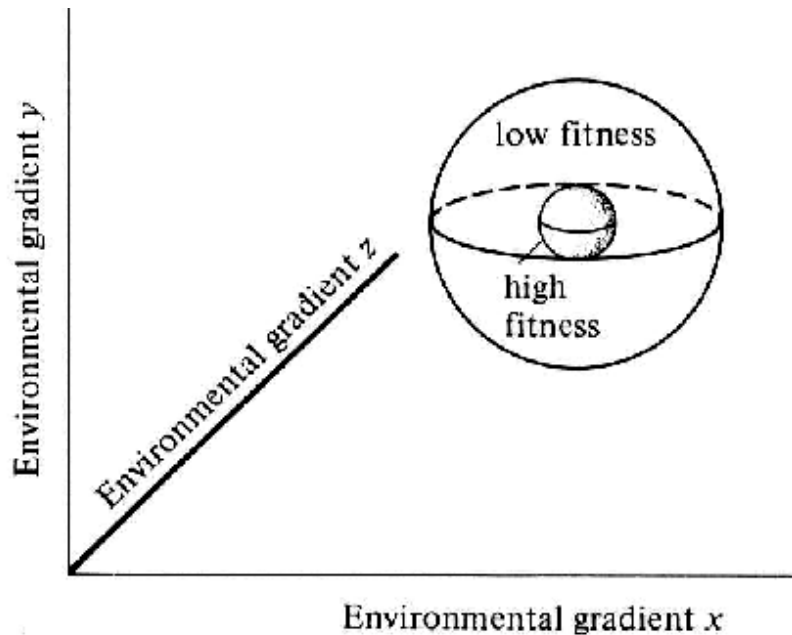


3 ejes: algas de arroyos Organismo acuático en tres condiciones del agua



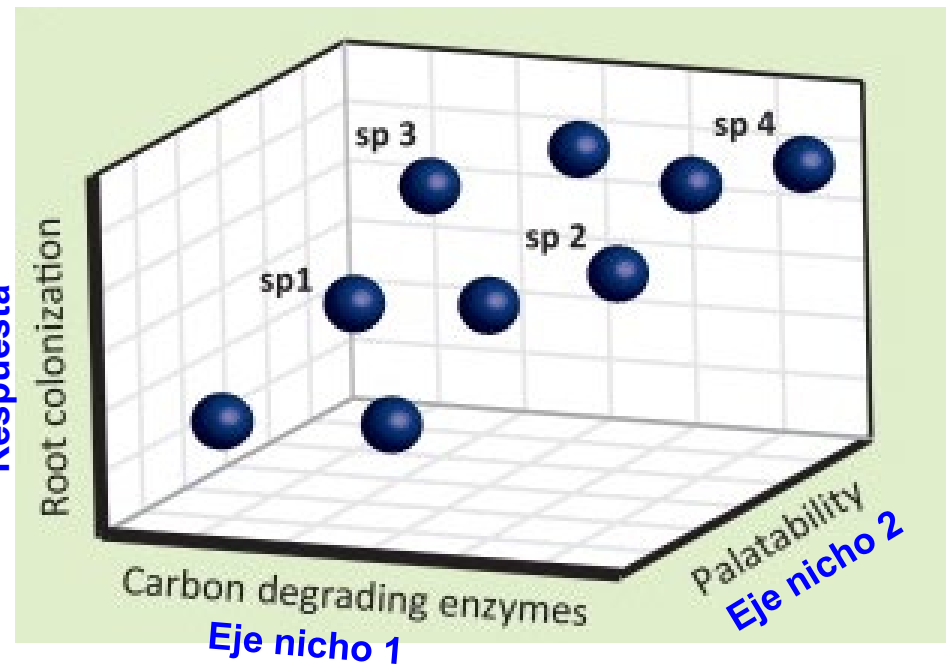
Begon & Townsend. 2021. Ecology. From individuals to ecosystems. Fifth edition. Wiley. Oxford, UK. 844 pp.

Hipervolumen (integrando 3 o más ejes del nicho)

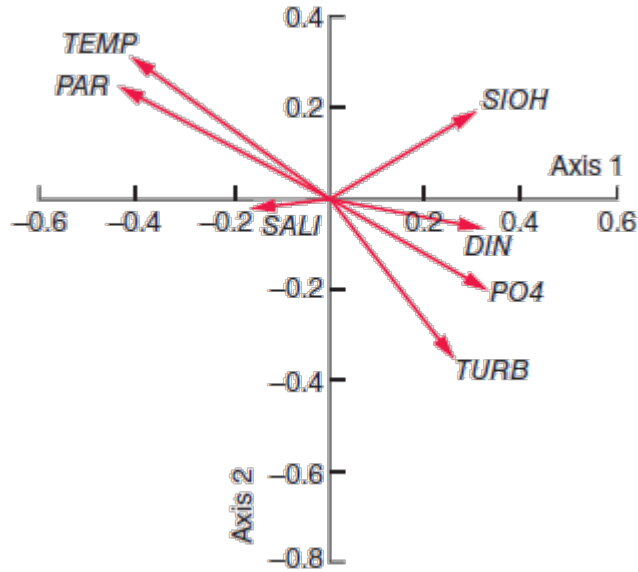


Nichos de varias especies en un espacio ecológico de 2 ejes del nicho

Respuesta



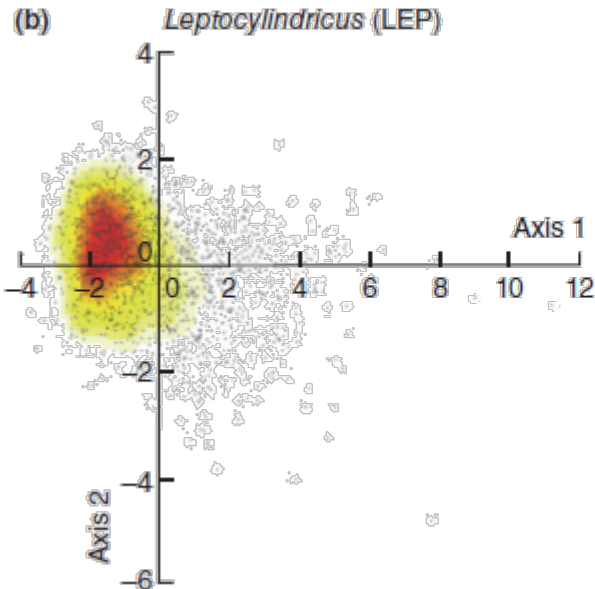
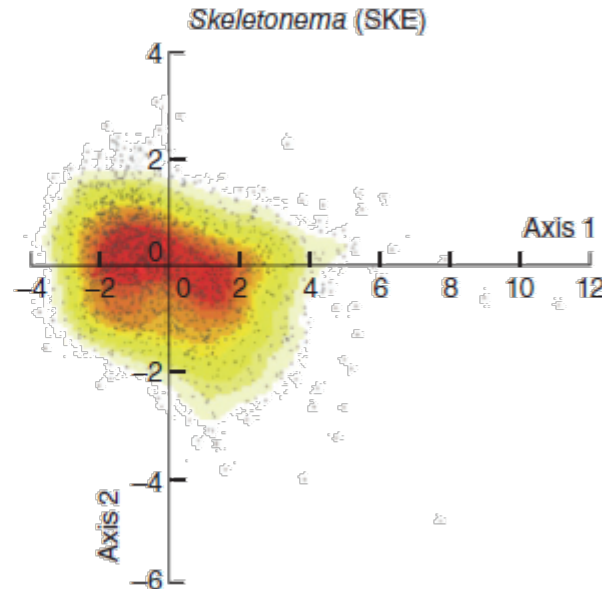
Visualización multidimensional (uso de métodos multivariados : e.g., ordenación) para caracterizar nicho ecológico



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



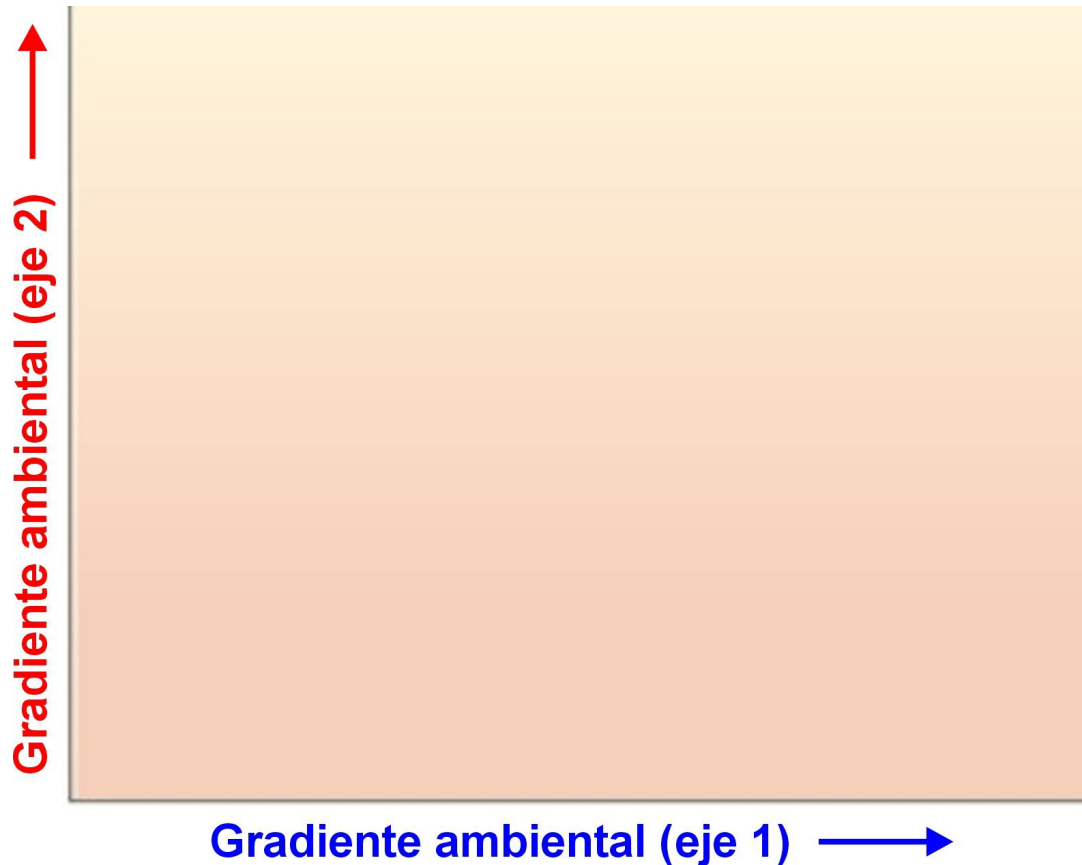
Visualizar espacio ocupado (densidad poblacional) en el nicho ecológico por dos géneros de fitoplancton (*Leptocylindrus*, LEP; y *Skeletonema*, SKE) a lo largo de dos ejes de ordenación influenciados por las 7 variables ambientales.

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

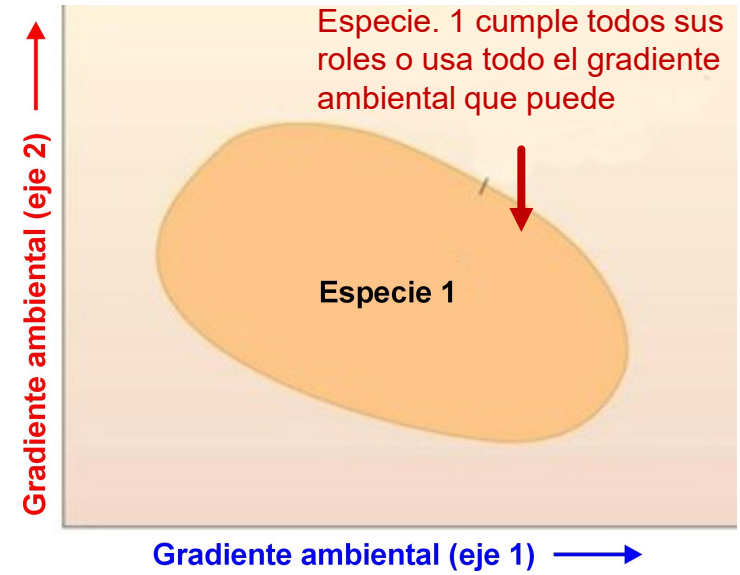
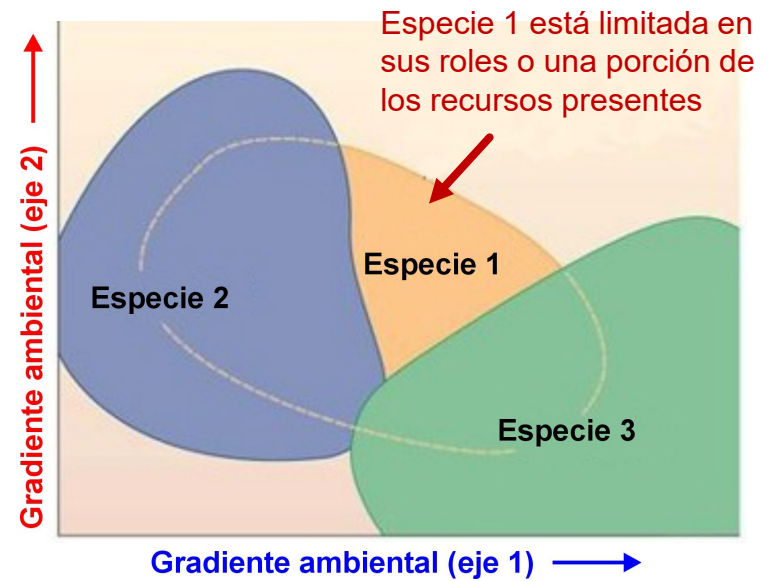
Nicho fundamental/potencial

Afecta

2. Competencia, depredación, parasitismo, herbivoría

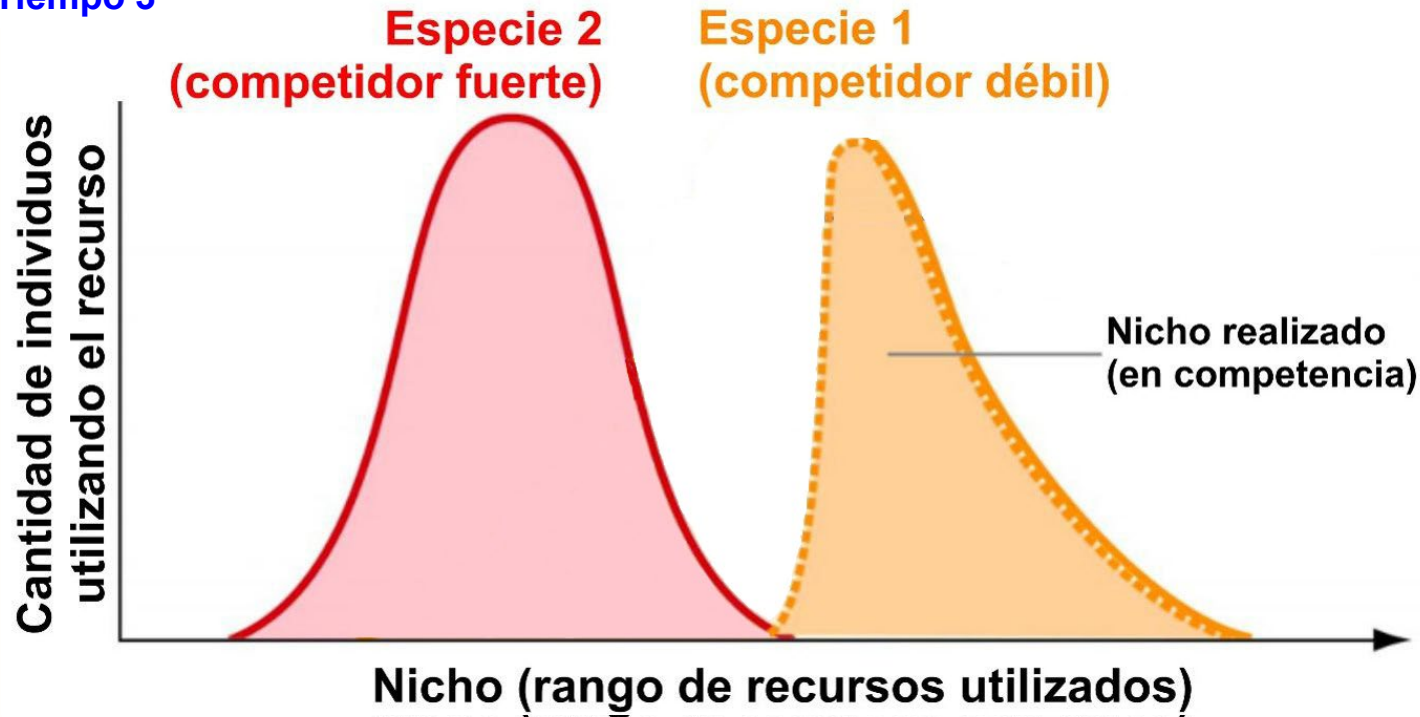
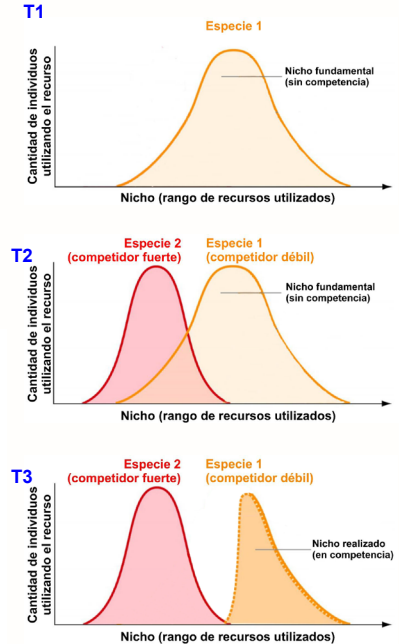
Limita estar en todas las condiciones y utilizar todos los recursos

Nicho realizado



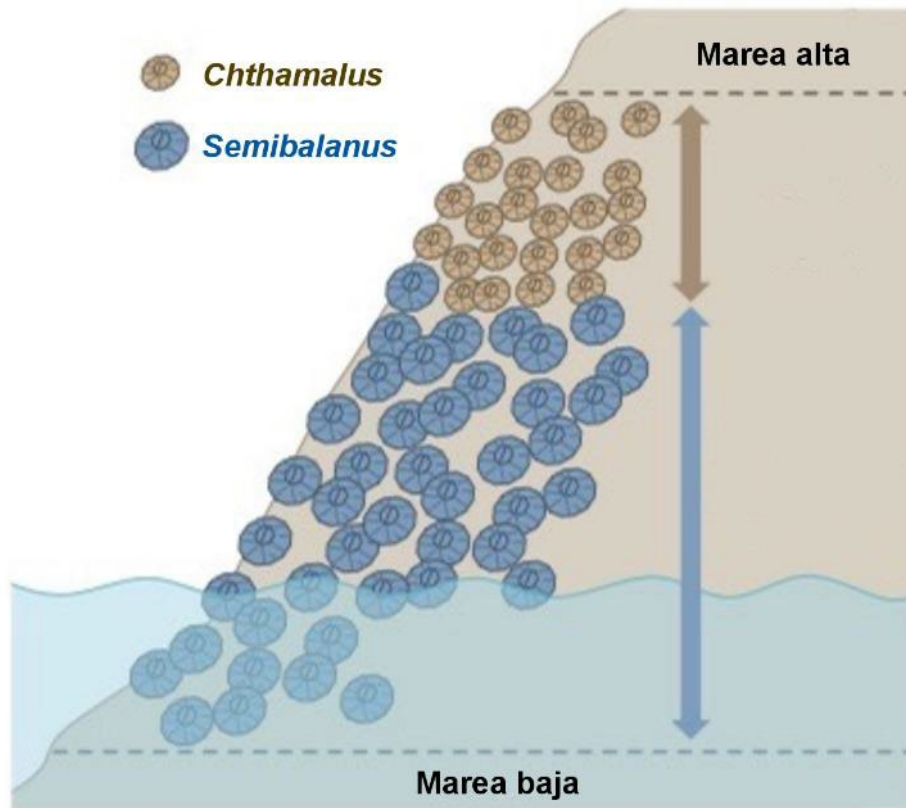
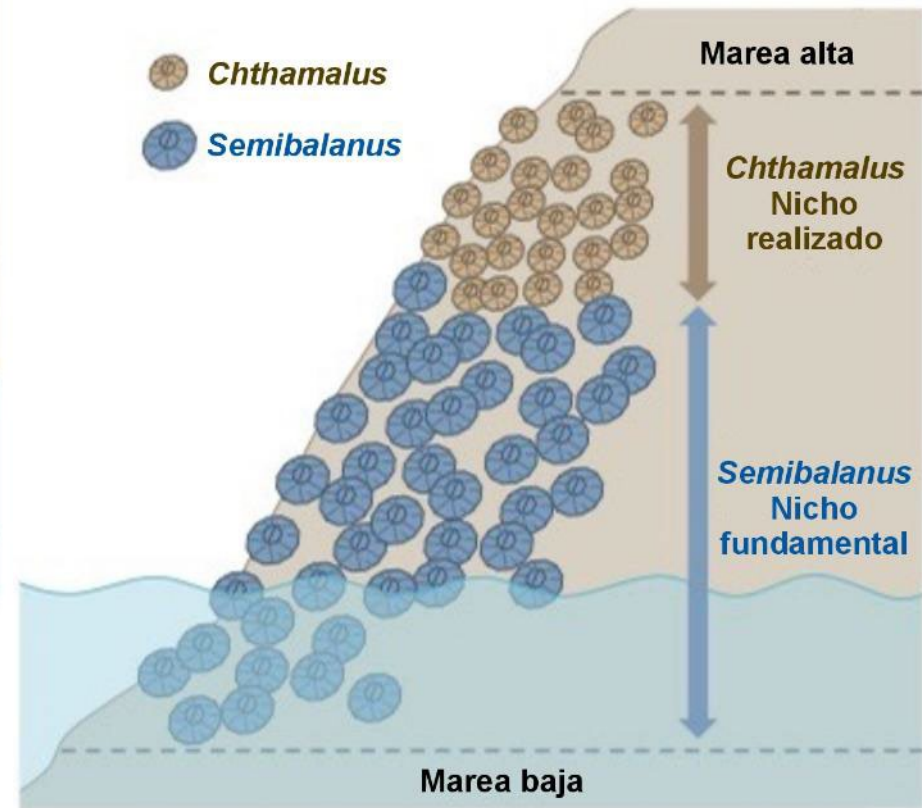
En términos de la frecuencia o abundancia de individuos por población a lo largo del eje del nicho

Tiempo 3

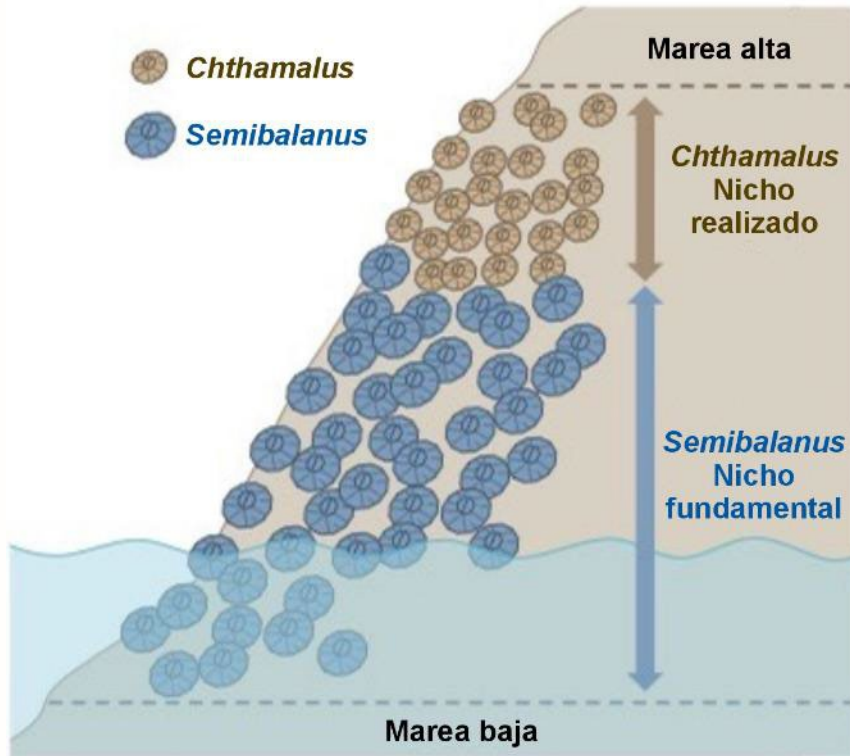


Joseph Connell y los experimentos de competencia entre barnaclas

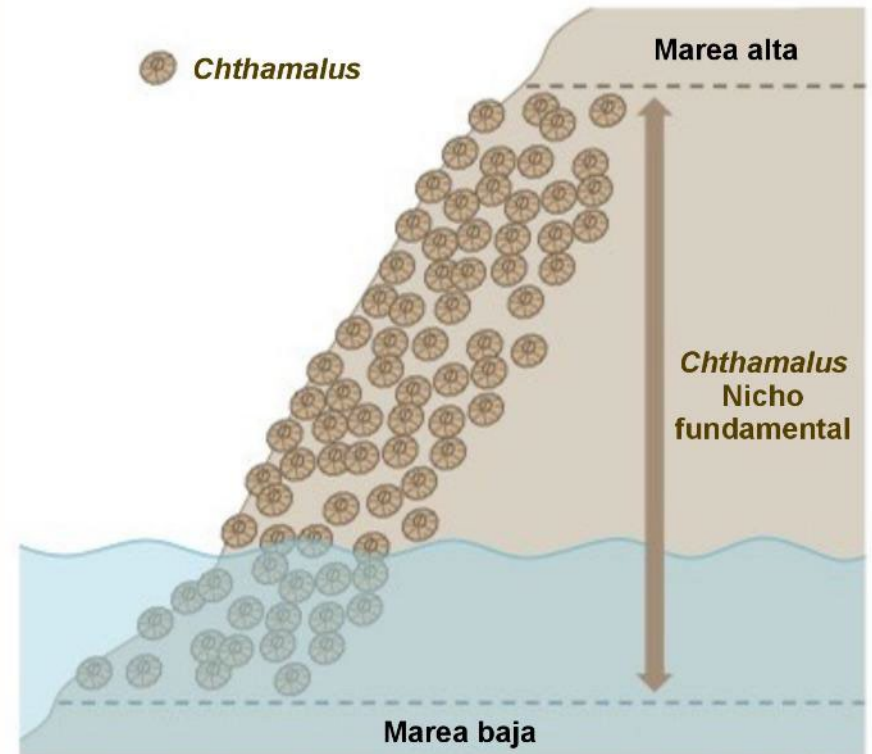
Playa rocosa intertidal (Millport, Isla de Cumbrae, Escocia)



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

Escenarios de divergencia del nicho ecológico

Relación entre el grado de disimilitud del nicho y el grado de la exclusividad de la amplitud del nicho

1. **Conservadurismo de nicho**: curvas de respuesta de ambas especies son las mismas a lo largo del gradiente ambiental.
2. **Divergencia de nicho ponderada**: ambas especies despliegan amplitud de nicho, pero sus picos de respuesta difieren a lo largo de su gradiente de nicho compartido (divergencia en preferencia de nicho – coexistencia y partición efectiva del nicho).
3. **Divergencia de nicho anidada**: una especie exhibe una amplitud de nicho más estrecho (especialista) y dentro de la amplitud más amplia (generalista) de la otra especie.
4. **Divergencia de nicho blanda**: los nichos de las dos especies se solapan parcialmente (efecto de selección disruptiva).
5. **Divergencia de nicho dura**: los nichos de las dos especies no se solapan completamente (efecto de selección disruptiva).

