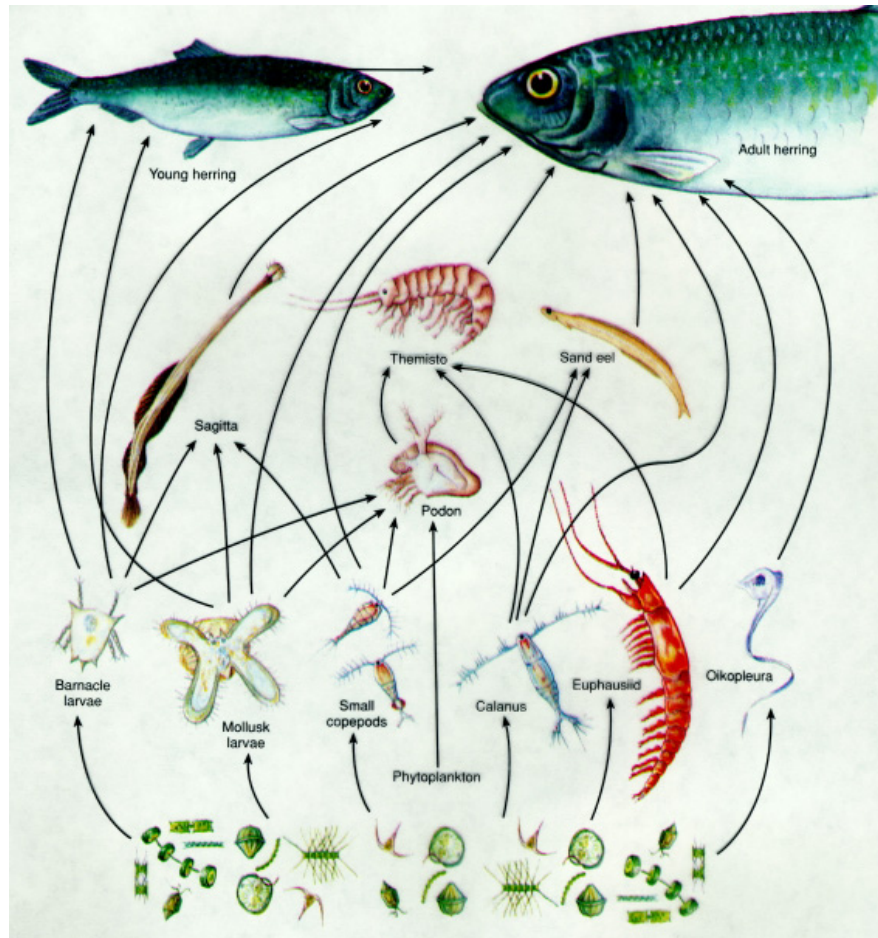
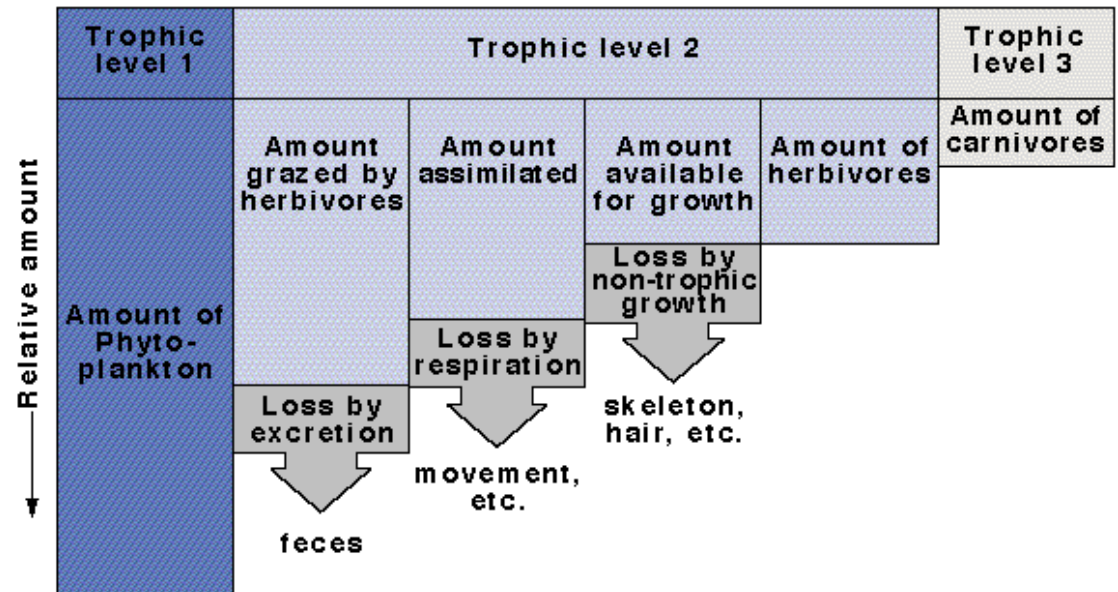


Producción secundaria



Cadenas alimentarias y dinámica trófica

La cantidad de energía que se transfiere entre los niveles sucesivos de una cadena alimentaria es, en promedio, el 10%



Producción secundaria

- La producción primaria es relativamente fácil de medir.
- La producción secundaria, sin embargo, es más difícil de estimar debido a tiempos generacionales más largos, distribución discontinua de las poblaciones, abundancias poblacionales menores.

La producción primaria se suele medir de tres maneras:

La cantidad de dióxido de carbono utilizado

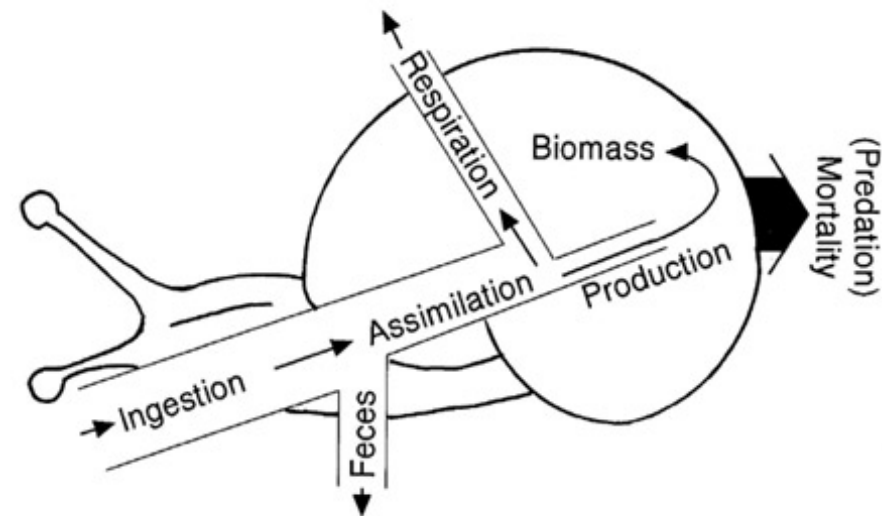
La tasa de formación de azúcar

La tasa de producción de oxígeno

http://www.phschool.com/science/biology_place/labbench/lab12/measure1.html

Producción secundaria

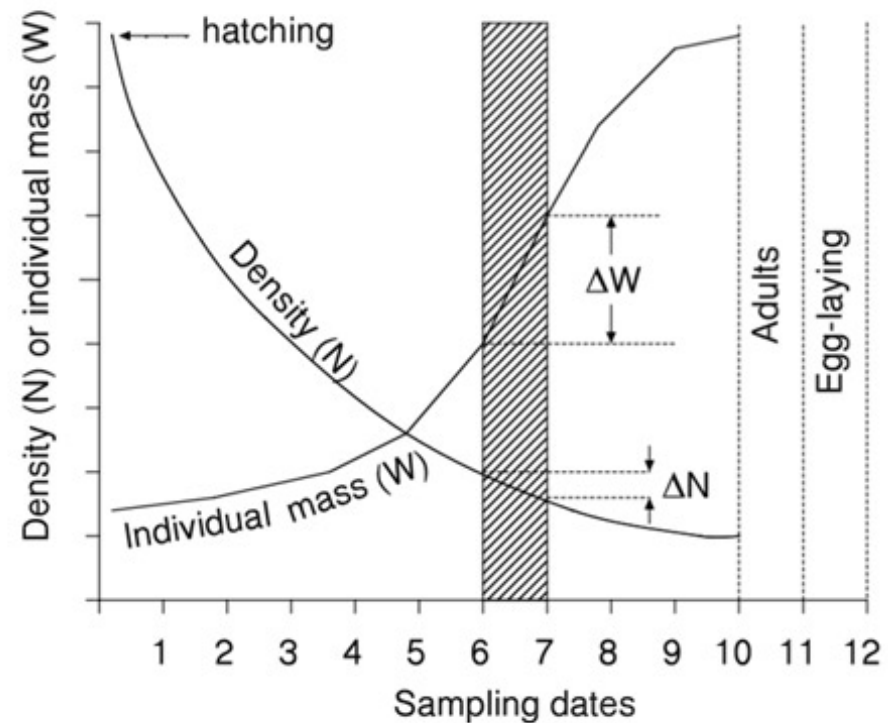
- La producción primaria es relativamente fácil de medir.
- La producción secundaria, sin embargo, es más difícil de estimar debido a tiempos generacionales más largos, distribución discontinua de las poblaciones, abundancias poblacionales menores.

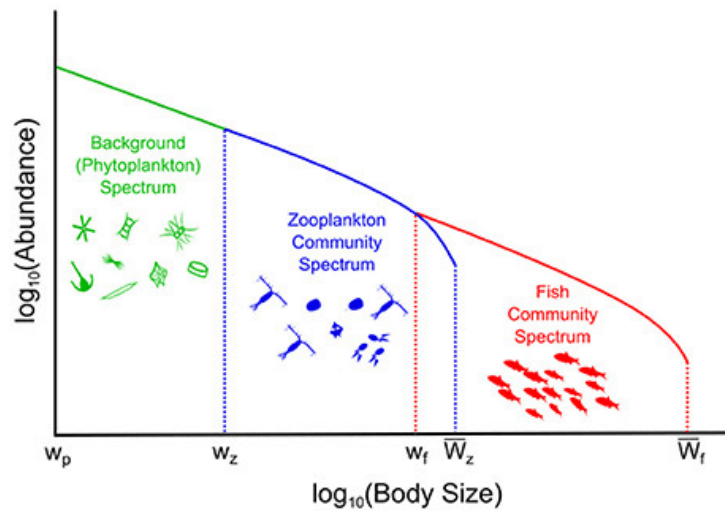


<https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/secondary-production-13234142/>

Producción secundaria

- La producción primaria es relativamente fácil de medir.
- La producción secundaria, sin embargo, es más difícil de estimar debido a tiempos generacionales más largos, distribución discontinua de las poblaciones, abundancias poblacionales menores.





Producción secundaria

- A través de la obtención de datos de campo sobre la abundancia de zooplancton y peces.
- A través de la obtención de datos experimentales sobre la energética del zooplancton y peces.
- Utilizando estimados de producción primaria y conocimientos sobre trofodinámica:
 - estimaciones indirectas: conociendo cuanta energía puede ser transferida entre cada nivel trófico.

Eficiencia ecológica

Eficiencia con la que la energía puede ser transferida entre niveles tróficos sucesivos.

Cantidad de energía que se extrae de un nivel trófico λ_0 dividida entre la energía que entra al nivel trófico λ_1

Difícil de medir –puede ser estimada a través del uso de las eficiencias de transferencia

Eficiencia de transferencia

E_t = Eficiencia de transferencia

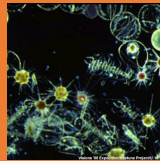
P_t = productividad del nivel trófico λ_t

P_{t-1} = productividad del nivel trófico λ_{t-1}

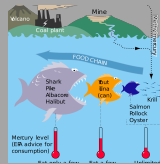
$$E_t = P_t / P_{t-1}$$

* No todos los organismos se transfieren... Algunos mueren por otras causas distintas a la depredación (y entran al ciclo del detritus)

Eficiencia de transferencia



~20% del fitoplancton a los herbívoros



10-15% en los niveles sucesivos

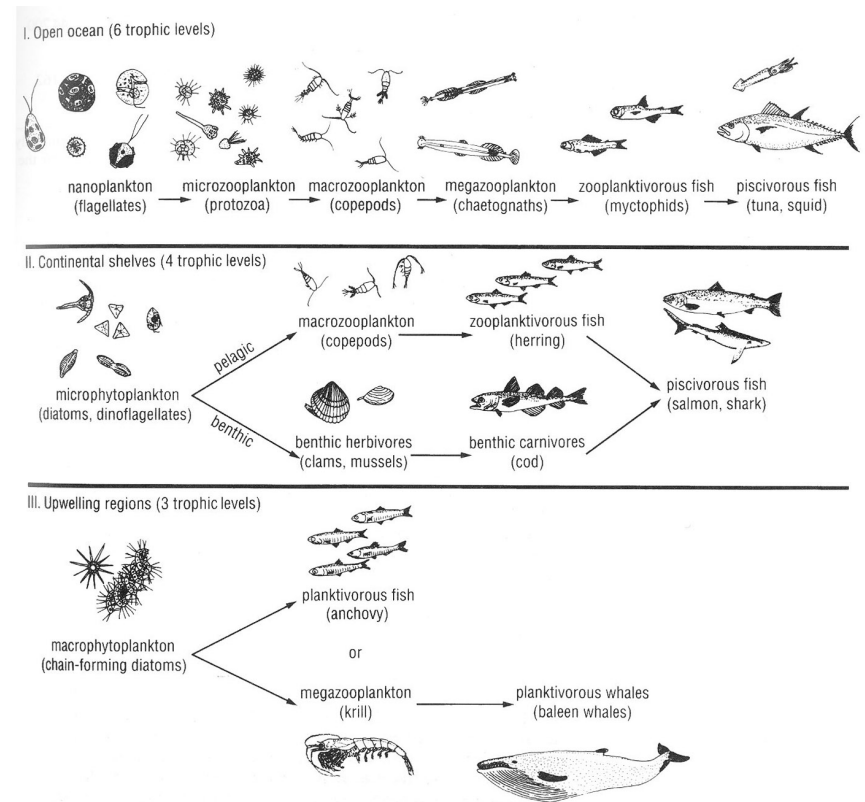


Las pérdidas energéticas entre niveles tróficos son del orden del 80-90% y se deben principalmente a la respiración

¿Cuántos niveles tróficos?

En sistemas naturales, el intervalo es de 2 a 6 niveles

- Suele haber menos en zonas costeras y/o de surgencia
- Suelen ser más en zonas oligotróficas
- El número de niveles tróficos puede estar asociado al tamaño del fitoplancton
- El fitoplancton tiene a ser de mayor tamaño en las áreas de surgencia y más pequeño en zonas de océano abierto



Producción secundaria

- Una vez que se conoce la estructura trófica, puede estimarse la producción secundaria:

$$P_{(n+1)} = P_1 E^n$$

- P es la producción en el (n+1) nivel trófico
- n es el numero de transferencias tróficas (niveles tróficos menos uno)
- P_1 es la producción primaria (anual)
- E es la eficiencia ecológica

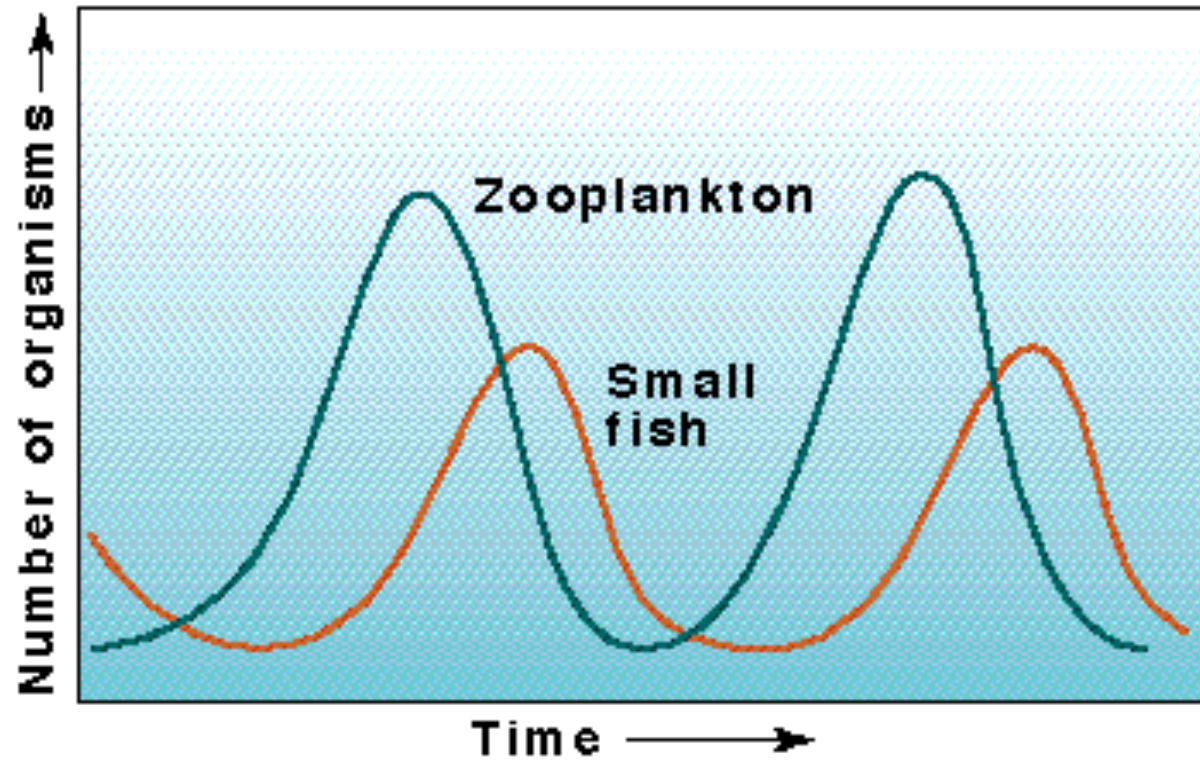
Los peros...

- E es un estimador con una influencia muy grande: al duplicar E, la producción secundaria puede incrementar x10
- Cadenas alimentarias vs redes tróficas – las transferencias tróficas no suelen ser tan simples como lo asume el modelo

Productividad

- Concepto relacionado con la actividad biológica y el conjunto de interacciones en el ambiente
- Medidas de productividad
 - Números o biomasa medidos como $\text{gC}/\text{m}^2/\text{año}$
 - Productividad media del océano = $100 \text{ gC}/\text{m}^2/\text{año}$
 - Afectada por las tasas de crecimiento (o de excreción, pastoreo, hundimiento, et cetera)
 - Por las interacciones de los organismos con el ambiente y entre sí

Consumidores
– Las
interacciones
alimentarias



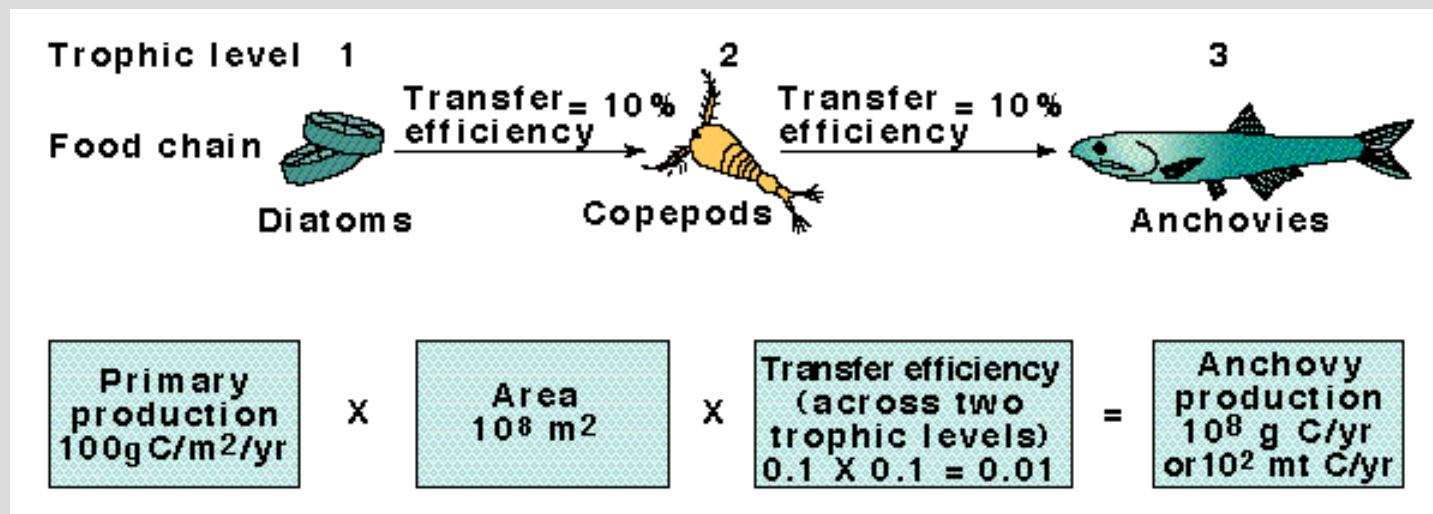
Productividad

- Productividad = tasa de crecimiento – tasa de pérdida
 - Para la productividad primaria:
 - Las tasas de crecimiento varía con la luz, nutrimentos y temperatura (entre otros)
 - Las pérdidas incluyen, pero no se limitan a, respiración, pastoreo, hundimiento y muerte.
 - Para la productividad secundaria
 - Las tasas de crecimiento varía en función a la ingestión
 - Las pérdidas incluyen, pero no se limitan a, respiración, producción de heces, excreción nitrogenada y muerte.

Pastoreo

- Es responsable de la mayor parte de las “pérdidas” de la biomasa del fitoplancton
- Otros mecanismos no suelen ser importantes a menos que no ocurra el pastoreo
- El pastoreo puede prevenir o terminar los florecimientos
- Considerando que el 90% del carbono y la energía se pierden en cada paso trófico
 - DOC y POC pueden ser utilizados por el ciclo microbiano, detritívoros, et cetera

Patrones globales de productividad



Estimaciones de la productividad secundaria

En algunos casos, la producción primaria no es un buen indicador de la producción en niveles tróficos altos

Sistemas eutróficos
(PP >> pastoreo)

Sistemas donde ocurre el pastoreo selectivo



En estos casos, el excedente de PP suele entrar al circuito micobiano o de detritus

Estimaciones en cascada (top-down)

- Se consideran las estadísticas de pesca para “rellenar los huecos” en niveles tróficos inferiores (con el riesgo de subestimar la PP)
 - Pueden haber omisiones de productividad que llevan a cabo especies que compiten o que no se cosechan

Producción del zooplancton

- Se define como la cantidad total de producción nueva en un tiempo determinado, sin importar si los individuos sobreviven durante todo el intervalo
- $B = Xw$
- $B =$ biomasa, $X =$ número de ind, $w =$ peso individual promedio

Producción del zooplancton

- $P_t = (X_1 - X_2)((w_1 + w_2)/2) + (B_2 - B_1)$
- P_t = producción entre los intervalos t_1 and t_2
- $B_2 - B_1$ incremento en la biomasa
- W Peso individual promedio

Producción del zooplancton

- Idealmente, se debería estudiar una cohorte de una población en el tiempo
 - cohorte = una generación de progenie de una especie
- ¡Imposible!
 - Implicaría seguir una masa de agua por un periodo suficientemente largo

Productividad del zooplancton

- Los estudios de cohortes abordan los cambios en los números relativos y sopesan la importancia de las varias etapas de los ciclos de vida (suelen enfocarse a las especies más abundantes, como los copépodos)

Productividad del zooplancton

- La productividad suele cambiar en función del tiempo
 - Hay diferencias en el crecimiento de las distintas etapas en el zooplancton
 - Las tasas son, a su vez, cambiantes
 - El crecimiento está en función de la temperatura
 - La productividad puede ser negativa en algunas regiones cuando los ind utilizan sus reservas en lugar de ingerir alimento

Biología marina experimental

- Experimentos (escala de laboratorio)
- Experimentos (mesoescala)
- Experimentos (simulaciones de cómputo)

Experimentos (lab)

- Permiten el uso de organismos individuales en volúmenes pequeños
- Se han usado para estimar los requerimientos de alimento (energía)
- Se han usado para estimar las eficiencias de transferencia
- mainly herbivorous copepods (and phytos)

Experimentos (lab)

- $G = R - E - U - T$
- G = Crecimiento
- R = Ingestión
- E = Producción de heces
- U = Excreciones amoniacaes (e.g., urea y amonio)
- T = Respiración

Experimentos (lab)

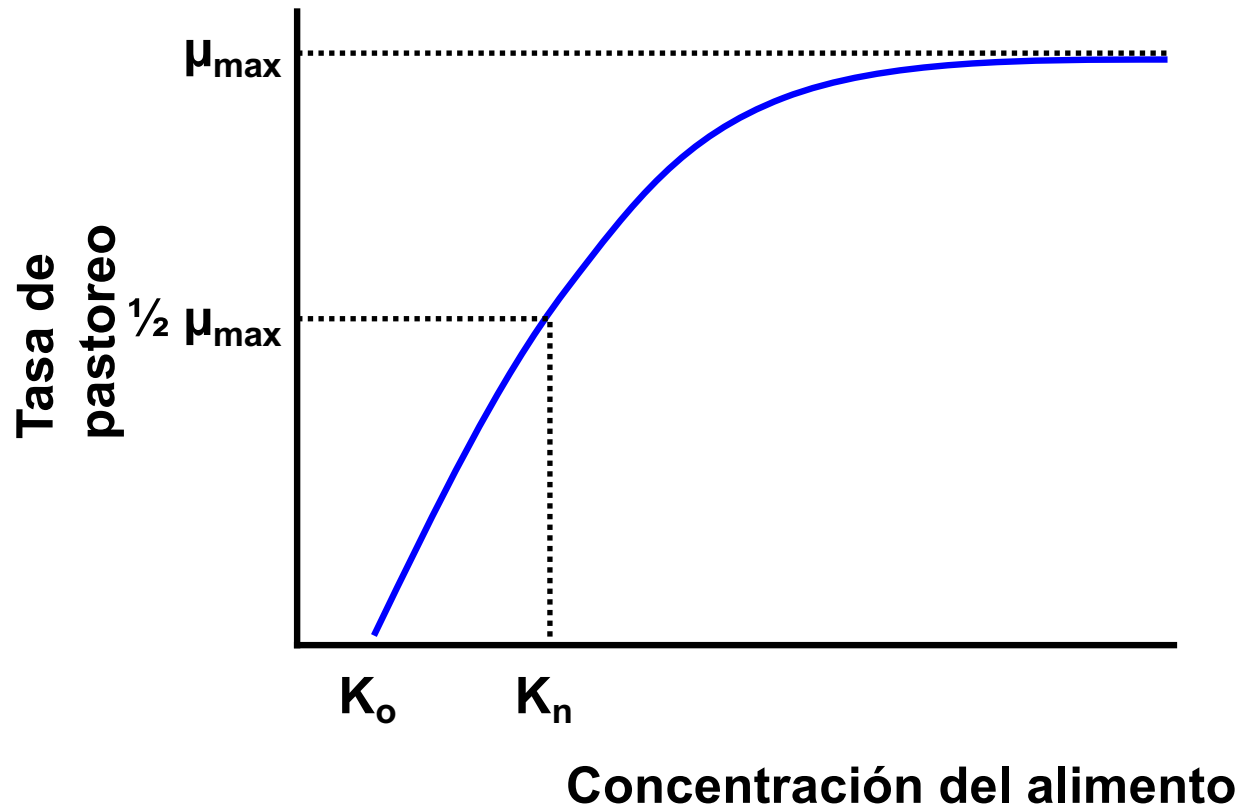
- Los productos de excreción (U) suelen considerarse como negligibles por lo que la ecuación se simplifica
- $AR = T + G$
- A = Proporción utilizada de alimento
- $A = (R - E)/R$

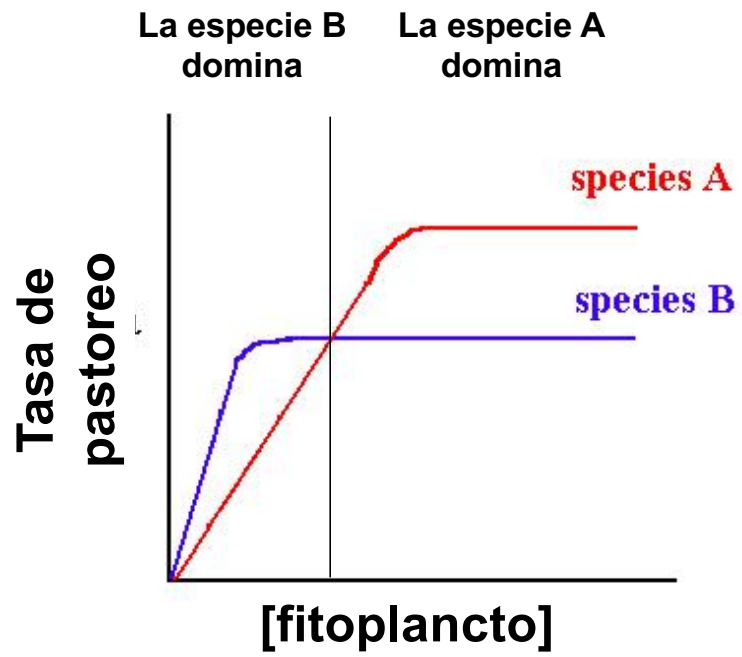
Tasas de asimilación

- Suelen ser mayores en los carnívoros (80 - >90%), que en los herbívoros (50 - 80%) o en los detritívoros (<40%)
- Por qué?

Ingestión (R)

- Las tasas de pastoreo dependen de la concentración de alimento
- Suelen explicarse por la cinética de la ecuación de Michaelis-Menton
- $R = R_{\max}(1 - e^{-kp})$
- k = constante de pastoreo
- p = densidad de presas





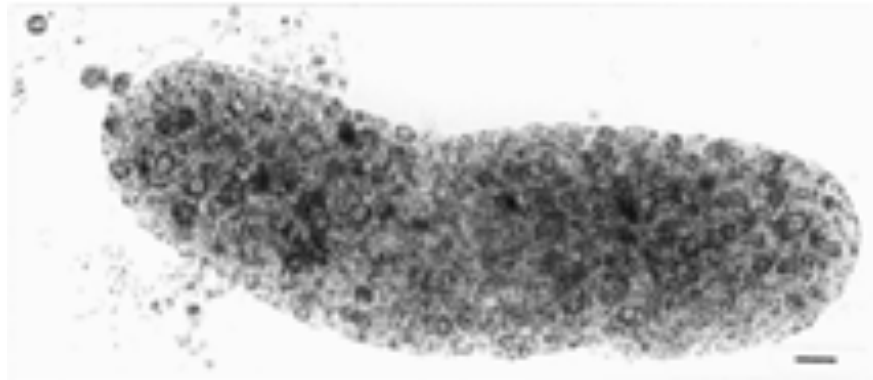
Respiración (T)

- T = tasa de respiración
- respirometría

(está relacionada con la temperatura y el tamaño individual)

Producción de heces (E)

- Es necesario recolectar, contar y pesar



Crecimiento (G)

- El crecimiento (G) se puede estimar una vez que se conocen R, E, A y T
- Conociendo G, la eficiencia de crecimiento se calcula como:
 - Bruta: $K_1 = G/R \times 100\%$
 - Neta: $K_2 = G/AR \times 100\%$

Eficiencia de crecimiento

- Temperatura y disponibilidad de alimento afectan la eficiencia de crecimiento
- La eficiencia cambia con la edad
- La eficiencia neta del Zoo varía entre el 30 - 80%
- En los animales terrestres varía entre el 2 - 5%

Eficiencia de crecimiento

- Permite estimar la cantidad de alimento necesario para producir cierta biomasa en cada nivel trófico
- Suele basarse en estudios de laboratorio