

# Resumen I3

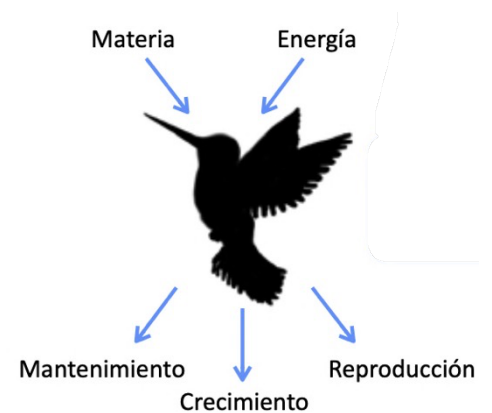
## Organismos:

- **Ambiente abiótico (no tiene que ver con interacción entre organismos)**
  1. Temperatura.
  2. Disponibilidad de  $O_2$ .
  3. Etc...

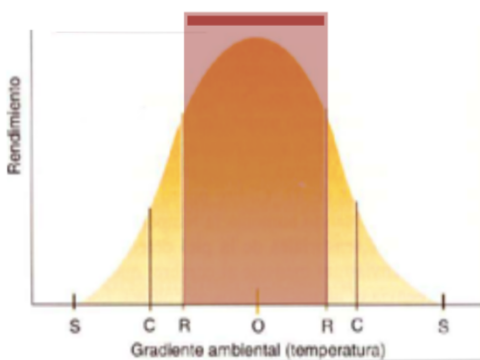
- **Ambiente biótico (tiene que ver con interacción entre organismos)**
  1. Competidores.
  2. Depredadores.
  3. Presas.
  4. Etc...

- **Interacción organismo/ambiente**

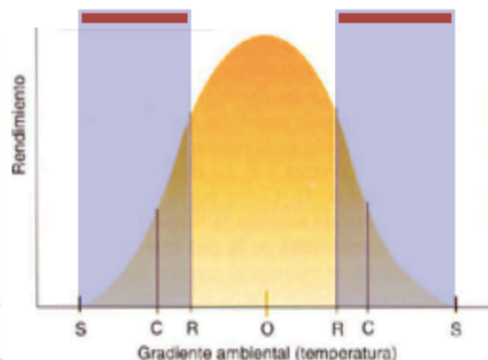
1. **Homeostasis:** Regulación del medio interno.  
Equilibrio dinámico.
2. Debido a restricciones físicas, la forma de una estructura frecuentemente se asocia con su función y/o el ambiente (Ej.: Hojas, gran área superficial para captar luz).



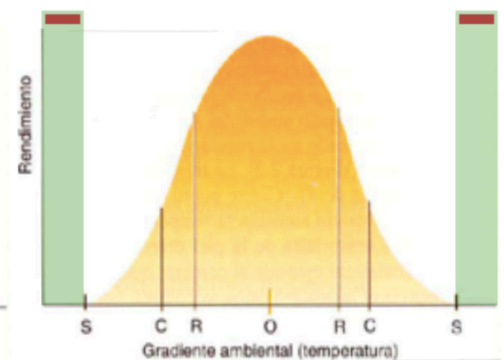
- **Curva de rendimiento**



• **Rango óptimo**



• **Estrés subletal**



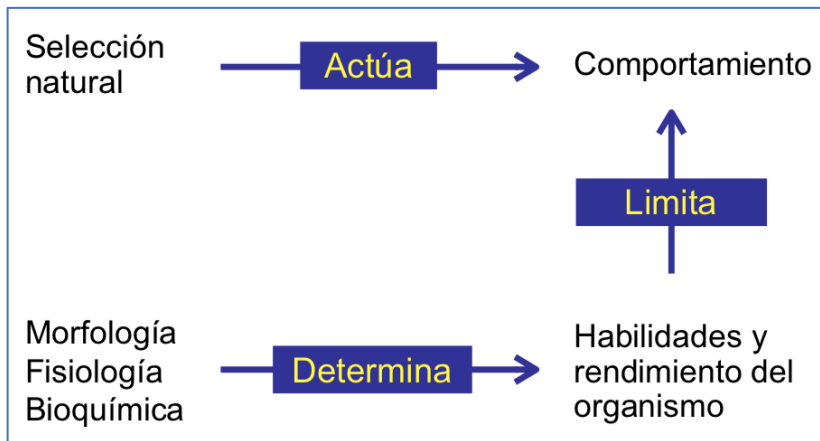
• **Estrés letal**

- **Nicho ecológico**

1. Nicho fundamental: rango de condiciones ambientales en el cual una especie puede funcionar.
2. Nicho realizado: rango de condiciones en la cual se observa la especie.
3. “Asociación entre características funcionales de un linaje y su ecología, abundancia y potencial distribución.”

- **Adaptaciones**

1. Conjunto de repuestas a distintos niveles de organización que mejora las oportunidades de sobrevivir y dejar descendencia fértil.
2. **Adaptación Darwiniana:** Respuesta evolutiva producto de la selección natural (adaptación genética, a largo plazo).
3. **Plasticidad fenotípica:** Cambios temporales que ocurren a nivel de individuo, gatillados por el ambiente (adaptación fisiológica).

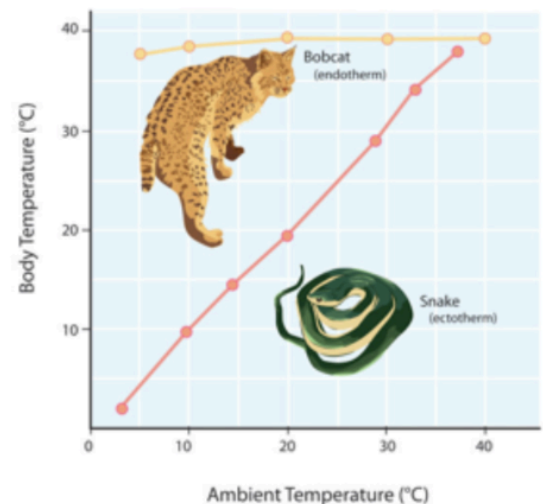


- **Adaptación y diversificación**

1. Novedades evolutivas y la colonización de nuevos nichos puede resultar en diversificación. (Ejemplo: Endotermia en aves y mamíferos).

- *Aves y mamíferos:*

1. Generación de calor metabólico y elevación de temperatura corporal.
2. Permite colonizar nuevos ambientes (fríos, nocturnos, etc.).



- *Cetáceos:*
  1. Registro fósil muy detallado.
  2. Fósiles demuestran cómo ocurrió la transición de vida terrestre a acuática.
  3. Patas posteriores reducidas.
  4. Apertura nasal posterior.
  5. Transición a agua salada.
  6. Transición a agua dulce.
  7. Adaptaciones fisiológicas:
    - a) Hemoglobina
    - b) Mioglobina
    - c) Reflejo del buceo.
    - d) Vías aéreas rígidas
  8. **Diversificación:**
    - a) Tasas de especiación cambiaron en dos ocasiones durante la evolución de este grupo.
    - b) 35 Ma: Separación de Antártica.
    - c) 12 Ma: Se cerraron o restringieron tres pasajes ecuatoriales.
- **Conclusiones:**
  1. Las interacción entre los organismos y su ambiente son un componente determinante de la diversidad.
  2. Los conceptos de fenotipo, de adaptación y de nicho incluyen de forma intrínseca la interacción entre organismo y ambiente.
  3. Las respuestas a distintas presiones selectivas pueden verse reflejadas en múltiples niveles de organización.

## **Ecología de Poblaciones I:**

- Ecología es: “El estudio científico de los procesos que influyen la distribución y abundancia de los organismos”
- **Poblaciones**
  - Conjunto de individuos de una misma especie que viven en un tiempo y espacio determinado.
  - Los individuos son equivalentes ecológicos.
  - **Individuo < Población < Comunidad < Ecosistema < Bioma < Biosfera**

#### Características individuales:

- Edad
- Tamaño
- Sexo



#### Características Poblacionales:

- Densidad
- Distribución de edades
- Proporción de sexos

#### Procesos individuales:

- Desarrollo
- Crecimiento
- Alimentación
- Reproducción
- Muerte



#### Procesos Poblacionales:

- Crecimiento poblacional
- Cambios en la distribución de edades
- Mortalidad

#### Ecología de poblaciones:

- Estudio de las dinámicas de las poblaciones de diferentes especies y de cómo estas interactúan con el ambiente.

#### Elementos o criterios para seleccionar diferentes tipos de modelos:

- **Generalidad**
- **Realismo**
- **Precisión**
- Uso de teorías muy específicas  $\Rightarrow$  Baja P de capturar fenómeno.
- Especificidad-Generalidad  $\Rightarrow$  No asegura dar en el blanco.
- Mucha generalidad  $\Rightarrow$  Puede capturar otros fenómenos.

#### Dinámica de Poblaciones:

- Se preocupa de estudiar los factores que influyen en la expansión, disminución o mantención de las poblaciones.
- **Natalidad:** % de individuos recién nacidos que nacen en un t por cada hembra.
- **Mortalidad:** % de individuos que mueren en un t.
- **Inmigración:** % de individuos que entran a una población en un t.
- **Emigración:** % de individuos que salen de una población en un t.

#### Densidad poblacional:

- Puede ser **absoluta** (individuos por área) o **relativa** (% respecto a otra).
- ¿Cómo se determina?
  - Mediante **censos** (poblaciones pequeñas y escasa movilidad).
  - Mediante **estimaciones**: Base a una muestra de población.

- **Marcaje y recaptura** (Estimador de Lincoln 1930)

$$N = \frac{\text{Capturados en visita 1} * \text{Capturados en visita 2}}{\text{Recapitados marcados}}$$

- **Métodos indirectos** (Permiten identificar la presencia de una especie en un lugar):
  - Huellas
  - Fecas

$$\Delta N = \text{Birth} - \text{Deaths} + \text{Inmigración} - \text{Emigración}$$

### Curvas de sobrevivencia

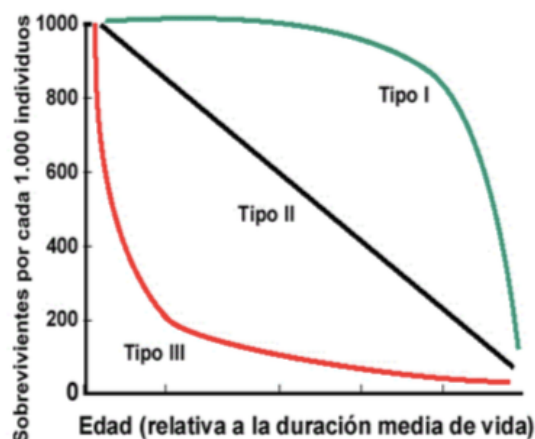
- Existen 3 maneras de estimar patrones de sobrevivencia en una población:
  - Tabla de vida
  - Registrando muertes
  - Calculando diferencia en % de individuos en clases de edades sucesivas.

Tipo I: Humanos

Tipo II: Aves

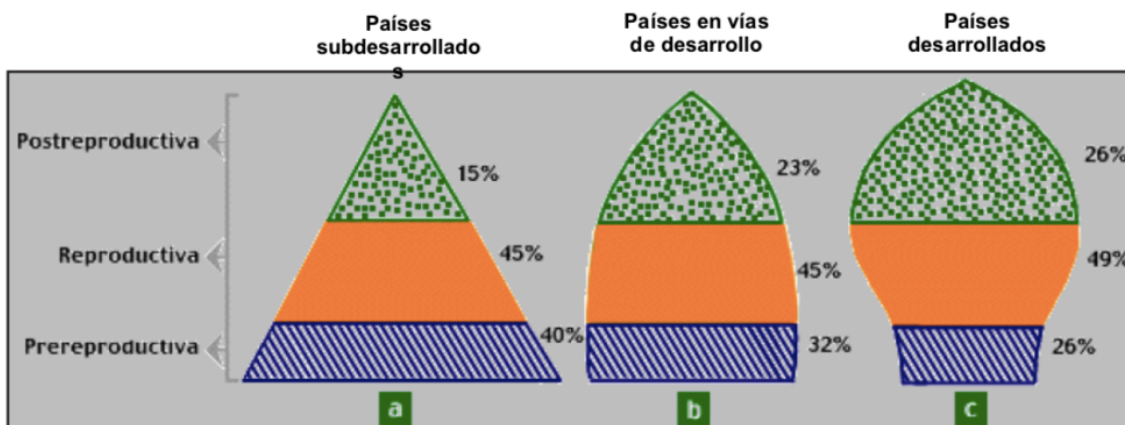
Tipo III: Peces

La mayoría de las poblaciones no cae **perfectamente** en ninguna de estas 3 curvas.



### Distribución de edades:

- Indican períodos exitosos de reproducción, períodos de alta y baja sobrevivencia, crecimiento o decrecimiento de la población.



## Ecología de Poblaciones II:

### Tasa reproductiva neta ( $R_0$ ):

- Corresponde al número promedio de descendencia producido por un individuo de una población durante su vida o por generación.
- $R_0 > 1 \Rightarrow$  Población crece.
- $R_0 = 1 \Rightarrow$  Población no crece.
- $R_0 < 1 \Rightarrow$  Población decrece.

### Crecimiento poblacional:

- Con las condiciones ambientales adecuadas, tanto poblaciones terrestres como marinas mostrarán su máxima capacidad de crecimiento.
- Algunas crecen **geométricamente** (por pulsos) y otras **exponencialmente** (crecimiento poblacional continuo).
- Las poblaciones son **dinámicas** y responden a variables externas (como el clima) y a variables intrínsecas de las poblaciones (enfermedades, competencia, etc.).

#### Tasa de crecimiento poblacional geométrico:

$$N_t = N_0 * \lambda^t$$

$N_0$  = Población a tiempo  $t_0$

$\lambda$  = Tasa geométrica de incremento

#### Tasa de crecimiento poblacional exponencial:

$$N_t = N_0 * e^{r_{max} * t}$$

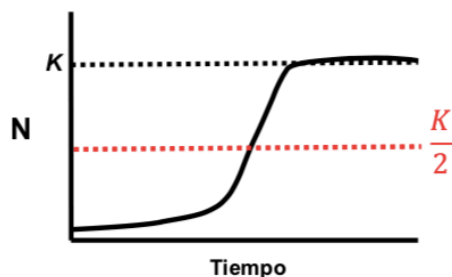
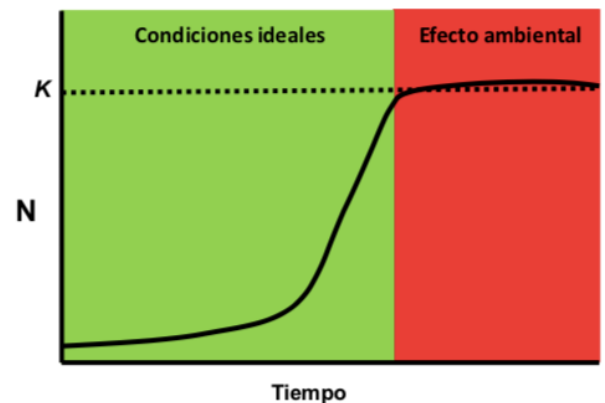
$r_{max}$  = Tasa intrínseca máxima de crecimiento poblacional

Se dan bajo condiciones favorables y a bajas densidades poblacionales

### Crecimiento poblacional logístico

El tamaño poblacional al cual el crecimiento se detiene se conoce como **capacidad de carga (K)**.

K corresponde al número de individuos de una población en particular que el ambiente puede soportar. Y esta determinada por factores tales como comida, parasitismo, enfermedades y espacio.



- El crecimiento probabilístico alcanza su valor más alto cuando  $N = K/2$

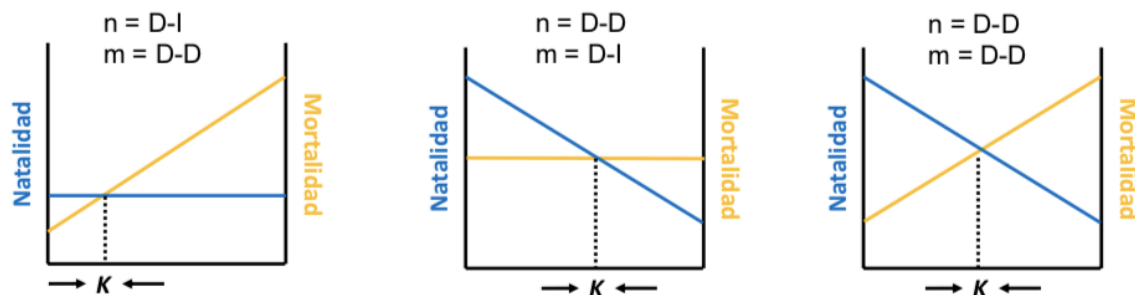
$$\frac{dN}{dt} = r_{max} * N \left( 1 - \frac{N}{K} \right)$$

$\frac{N}{K}$  = Resistencia ambiental.

$r_{max}$  dependerá de las condiciones ambientales (calidad) y de la historia de vida de las especies (potencial de crecimiento).

### Factores limitantes al crecimiento poblacional

- Pueden ser tanto **bióticos o denso-dependiente** (enfermedades, depredación) como **abióticos o denso-independientes** (inundaciones, temperaturas extremas).



### Interacciones biológicas:

	A	B	Ejemplo
<b>Depredación</b>	+	-	León depreda a Cebraz
<b>Parasitismo</b>	+	-	Termitas destruyen Árboles
<b>Competencia inte.</b>	-	-	Leones y hienas cazan mismas presas.
<b>Competencia intra.</b>	-	-	León "líder" de la camada.
<b>Amensalismo</b>	-	O	Animales pisotean hierbas
<b>Comensalismo</b>	+	O	Abejas construyen panales en arboles
<b>Mutualismo obligado</b>	+	+	Abejas y plantas (Polinización)
<b>Mutualismo facultativo</b>	+	+	Relación hombre-perro

La competencia, amensalismo y comensalismo afecta a la ecuación logística:

$$\begin{aligned} \text{Especie 1: } \frac{dN_1}{dt} &= r_1 * N_1 \left( 1 - \frac{N_1 - \alpha N_2}{K_1} \right) \\ \text{Especie 2: } \frac{dN_2}{dt} &= r_2 * N_2 \left( 1 - \frac{N_2 - \beta N_1}{K_2} \right) \end{aligned}$$

Los coeficientes de competencia  $\alpha$  y  $\beta$  miden el efecto per cápita de una especie sobre la población de la otra, medido en forma relativa al efecto de competencia interespecífica.

Si  $\alpha = 1 \Rightarrow$  Efecto intraespecífico per cápita = efecto interespecífico.

Si  $\alpha < 1 \Rightarrow$  Efecto intraespecífico per cápita < efecto interespecífico.

Si  $\alpha > 1 \Rightarrow$  Efecto intraespecífico per cápita > efecto interespecífico.

Si  $\alpha = \beta \Rightarrow$  Competencia simétrica.

#### Población víctima

$$\frac{dV}{dt} = rV \left( 1 - \frac{V}{K} - aVP \right)$$

- $r$  = Tasa de crecimiento intrínseca de la población presa.
- $a$  = Eficiencia de captura del depredador.
- $V$  = Víctima.

#### Población depredador (Modelo de Lotka Volterra)

$$\frac{dP}{dt} = b(aVP) - dP$$

- Asume que la población de depredadores depende únicamente del número de presas que consume.
- $b$  es la eficiencia de la conversión de la captura en nuevos depredadores.
- $d$  es la tasa de mortalidad de los depredadores.

Competencia

#### **El modelo de Lotka Volterra:**

- Asigna mucha importancia al depredador en determinar la abundancia de la presa.
- La abundancia de presas no necesariamente indica disponibilidad: los depredadores seleccionan.
- No considera diferencias genéticas
- No considera mecanismos de defensa de las presas.
- No considera dificultades al encontrar presas.

#### Consecuencias

- Aumenta la densidad de depredadores  $\Rightarrow$  Disminuye la densidad de presas.
- Disminuye la densidad de presas  $\Rightarrow$  Aumenta la mortalidad de depredadores.
- Disminuye la densidad de depredadores  $\Rightarrow$  Aumenta la densidad de presas.



Población Huésped:

$$\frac{dH}{dt} = rH \left( 1 - \frac{H}{K} - aHP \right)$$

r = Tasa de crecimiento intrínseca

a = Eficiencia del parásito para producir efectos letales.

**Parásito mata al huésped**

$$\frac{dH}{dt} = rH \left( 1 - \frac{H}{K} \right)$$

**Parásito no mata al huésped**

Parasitismo

## Ecología de Comunidades:

**DIVERSIDAD** = Número (Riqueza) + Abundancia relativa (equitatividad)

**Dominancia:** Una o pocas especies representan a la mayoría de la abundancia o la biomasa de la comunidad.

Una comunidad que posee unos pocos individuos de muchas especies es más diversa que una comunidad en la cual unas pocas especies acaparan toda la abundancia.

### Cómo cuantificar la diversidad:

- Índice de Shannon:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i * \log(p_i)$$

H' = Diversidad de especies

s = Número de especies

p<sub>i</sub> = Proporción de individuos en total de la muestra que pertenecen a la especie i.

La **equitatividad (J)** se obtiene a partir del cálculo de H<sub>max</sub>

$$H_{max} = \ln(s)$$

H<sub>max</sub> = Valor que tendría H' si todas las especies en la comunidad tuviesen el mismo número de individuos.

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

- Índice de Simpson (D)

$$Dominancia(D) = \frac{1}{\sum P_i^2}$$

$P_i$  = Proporción de individuos con respecto al total de individuos de todas las especies

$D_{max}$  = Número de especies presentes

$D$  incrementa con la equitatividad

### Comunidad biológica

- Conjunto de organismos que **interactúan** tanto de manera directa como indirecta en un momento determinado.

### Ecología de comunidades

- Los ecólogos de comunidades examinan los **patrones** e **interacciones** que se dan entre **grupos de especies**.

#### **Distintos enfoques** (Complementarios)

- La comunidad como grupos de especies (**DIVERSIDAD**)
- La comunidad como una colección de poblaciones (**DINÁMICA COMUNITARIA**)

### Reglas de ensamble de una comunidad ecológica

- Las especies que pueden ensamblar una comunidad están determinadas por:
  1. Restricciones ambientales
  2. Restricciones en la capacidad de dispersión
  3. Dinámicas internas (i.e. competencia)

### Zonación $\Rightarrow$ Variación espacial en la estructura de las comunidades

- La composición de especies varía espacialmente.
- Dicha variación es recurrente para un tipo de hábitat en distintos lugares e independiente de las diferencias en la composición de especies.
- En esos casos se habla de una **zonación** de especies.
- Las zonaciones son comunes en los ambientes acuáticos y terrestres

### Criterios para definir los límites entre comunidades

- Delimitación espacial de las **interacciones entre especies** (una especie que no interactúa no es parte de la comunidad).
- Delimitación de áreas que presenten mayor grado de **similitud** en su **composición y diversidad** de especies.
- En algunos casos, y gracias a la existencia de **límites físicos** es más fácil delimitar a las comunidades.

### Zona de transición

**Borde:** Punto donde se encuentran 2 o más comunidades.

**Ecotono:** Donde se encuentran y se entrelazan 2 comunidades distintas.

- Los bordes indican cambios abruptos en las condiciones ambientales.
- Los ecotonos surgen de la transición entre 2 comunidades que muestran un cambio paulatino en sus patrones de dominancia.
- Los ecotonos pueden estar compuestos por especies de una, otra, ambas o incluso por especies que no pertenecen a ninguna de las comunidades en contacto.

### Algunas especies son especialistas y colonizan selectivamente los bordes y/o ecotonos

- Suelen ser oportunistas (solo dominan en situaciones de borde o ecotono).
- **Plantas** = Normalmente intolerantes a la sombra y tolerantes a ambientes secos.
- **Animales** = Especies que requieren de recursos desde las 2 comunidades de contacto.
- ∴ La diversidad de especies es mayor en las cercanías de bordes y ecotonos ⇒ **efecto borde**.

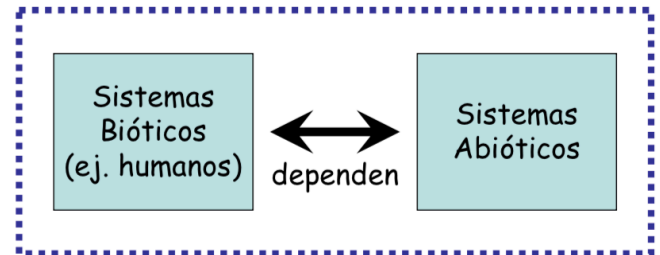
### Sucesión ⇒ Variación temporal de la comunidad

- Cuando el cambio es gradual y aparentemente direccional en el tiempo se habla de **sucesión**.
- **Puede observarse en clase de ambientes**
- Las distintas especies que forman parte de los procesos de sucesión comparten ciertas características biológicas:
  - **Especies tempranas** (o especies pioneras): presentan tiempos generacionales cortos, altas tasas de reproducción, crecimiento rápido, pequeño tamaño y amplia dispersión.
  - **Especies tardías**: tasas de dispersión colonización menores, bajas tasas de crecimiento, mayores tamaños y tiempos de vida largo.

- Se pueden reconocer 2 tipos generales de sucesión:
  1. **Sucesión primaria:** Se da en un lugar que previamente no estaba ocupado por una comunidad, una superficie nueva expuesta a la colonización.
  2. **Sucesión secundaria:** Se da en sitios previamente ocupados y sigue a las perturbaciones.

### Ecología de Ecosistemas:

**Ecosistema:** Sistema biológico constituido por una comunidad de organismos vivos y el medio físico donde se relacionan.



### Ecosistemas abiertos, cerrados, salidas y entradas

- El foco de atención primario de la ecología de ecosistemas es como ocurre el intercambio de **materia y energía**.
- Lo que llega al ecosistema desde el ambiente que lo rodea se denomina **entradas** y lo que sale de él se denominan **salidas**.
- Un ecosistema sin entradas de materia se denomina **cerrado** mientras que uno **abierto** tiene una o más entradas.

### Todos los ecosistemas tienen 3 componentes básicos

1. **Autótrofos:** plantas verdes  $\Rightarrow$  Fotosíntesis (energía solar).
2. **Heterótrofos:** Utilizan compuestos orgánicos producidos por los autótrofos como fuente de alimento.
3. **Abióticos:** Es el ambiente fisicoquímico en que se desenvuelven los organismos que actúa tanto como fuente como sumidero de materia y energía.

### El flujo energético de los ecosistemas se rige por las leyes de la termodinámica

**Productores  $\Rightarrow$  Consumidores  $\Rightarrow$  Descomponedores  $\Rightarrow$  Calor**

### 2 Formas de energía:

- **Potencial:** Energía almacenada y disponible para realizar trabajo
- **Cinética:** Energía en movimiento, realiza un trabajo a expensas de la energía potencial.

Trabajo en ecosistemas  $\Rightarrow$  Almacenamiento de energía.

## La productividad primaria

- Energía almacenada por la fotosíntesis  $\Rightarrow$  **Productividad primaria (pp)**
- **Productividad primaria bruta**: Total de la energía captada durante la fotosíntesis.
- **Respiración**: Se gasta parte de esta energía en la mantención del metabolismo.
- **Productividad primaria neta**: Energía que queda disponible luego del gasto que realiza la planta.

$$\text{PPN} = \text{PPB} - \text{R}$$

- La **productividad**  $\Rightarrow$  Unidades de energía o biomasa por unidad de área por unidad de tiempo  $\Rightarrow$  Es una tasa (g/cm<sup>2</sup>/año).
- La **producción**  $\Rightarrow$  Cantidad de materia que se encuentra almacenada en un lugar en un momento dado  $\Rightarrow$  NO es una tasa.

## ¿Qué limita la PP en los océanos?

**Plantas terrestres**  $\Rightarrow$  La fotosíntesis se desarrolla en las partes aéreas mientras que las raíces están inmersas en la zona en la cual se desarrolla el reciclaje de nutrientes.

**Fitoplancton**  $\Rightarrow$  Se encuentra en la superficie mientras que los nutrientes se encuentran en las aguas profundas y deben ser transportados hacia la superficie para suplir los procesos de productividad.

## Variabilidad temporal de la PP

- Los factores que influyen sobre la productividad primaria varían de acuerdo con la estacionalidad pero también de año a año.
- La PP también varía con la edad de los ecosistemas.

## La PP limita la producción secundaria

- La PPN es la energía disponible para los heterótrofos. Toda esta energía termina siendo consumida por herbívoros o descomponedores.

$$\text{Eficiencia de consumo} = \frac{\text{Consumo en el nivel trófico } n}{\text{Producción en el nivel trófico } n - 1} = \frac{I_n}{P_{n-1}}$$

## La energía disminuye en cada nivel trófico sucesivo

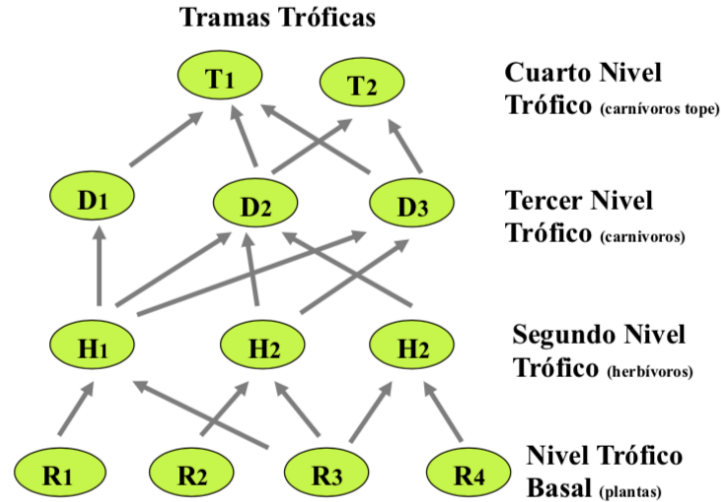
- No toda la energía ingresada se transforma en producción.
- Disminución secuencial en la energía que fluye desde un nivel trófico a otro (disminución de 90% aprox.).

### La producción de los sucesivos niveles tróficos se dispone en pirámides ecológicas

- Al representar la suma de toda la biomasa o energía contenida en cada nivel trófico se observa que en términos generales todos los ecosistemas forman las llamadas **pirámides ecológicas**.

### Tramas tróficas en los ecosistemas

- **Plantas:** Productores primarios
- **Herbívoros:** Productores secundarios y consumidores primarios.
- **Carnívoros:** Productores terciarios y a la vez consumidores secundarios, etc.
- **Omnívoros:** Obtienen su alimento desde varios niveles tróficos
- **Carroñeros:** Se nutren de materia animal muerta.
- **Saprófitos:** Se nutren de materia vegetal muerta.



### Los descomponedores son un grupo heterogéneo

- Hay descomponedores microscópicos (bacterias y hongos) y macroscópicos (lombrices).

### La productividad de los descomponedores depende de:

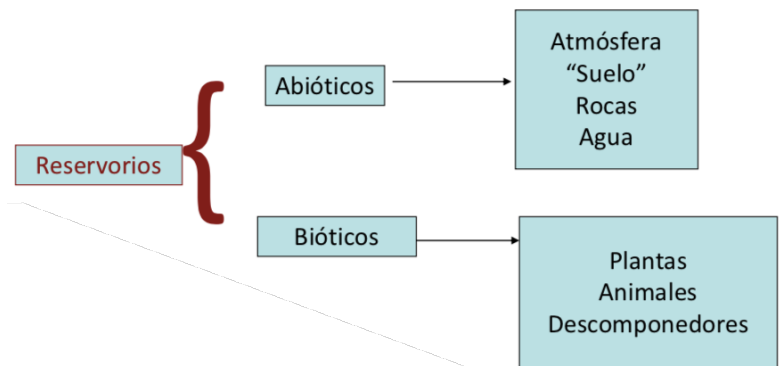
- La cantidad de materia orgánica muerta la que depende de la PP.
- La Tº y disponibilidad.
- La materia orgánica se descompone rápidamente en condiciones de humedad y calor los cuales favorecen a la actividad microbiana.

### Propiedades generales de tramas tróficas

- Ecosistemas terrestres  $\Rightarrow$  no más de 4 niveles tróficos.
- Los omnívoros no son comunes y cuando están presentes se alimentan de niveles tróficos adyacentes.
- Entre más presas posee un depredador menos depredadores lo utilizan de presa.
- Ambientes constantes  $\Rightarrow$  Cadenas más largas.

El mundo vivo depende del flujo de energía y de la circulación de los materiales a través del ecosistema

- Todos los nutrientes fluyen desde comportamientos abióticos a los bióticos y luego regresan a los abióticos (= **reservorios bióticos y abióticos y flujos**)
- Los elementos mas importantes en todos los ciclos son:
- **Plantas verdes** ⇒ Organizan lo nutrientes en componentes biológicamente útiles.
- **Descomponedores** ⇒ Devuelven a los nutrientes a su estad simple inicial.
- **Compartimentos abióticos** ⇒ (aire, agua, rocas) transporta y almacena nutrientes.
- **Los procesos ecosistémicos** corresponden a **fenómenos** involucrados en las transferencias de **energía y materiales** desde un **reservorio** a otro.



**BIOGEOQUÍMICA:** Rama de la Ecología y Cs. de la Tierra que estudia las influencias biológicas sobre los procesos químicos de la tierra

Principales ciclos Biogeoquímicos:

- **Agua**
- **Carbono (C)**
- **Nitrógeno (N)**
- **Fósforo (P)**
- **Azufre (S)**

Flujos hidrológicos

- Los flujos son la manera en que describimos los movimientos de agua desde un reservorio a otro.
- Cambio de fases:
  - a) Precipitación (Vapor ⇒ líquido ⇒ sólido)
  - b) Evaporación y transpiración (líquido ⇒ vapor)
  - c) Condensación (vapor ⇒ líquido)
  - d) Esguerrimiento

- Infiltración, recarga acuíferos, descarga y flujo de acuíferos.
- Acumulación de nieve, etc.

### Reservorios

- Se refieren a los lugares donde se encuentra almacenado  $H_2O$  en su paso por el ciclo.
- Océanos (96,5%).
- Mantos de hielo polar (1,7%)
- Acuíferos y aguas subterráneas (1,1%)
- Hielo, nieve, suelos, atmósfera, ríos, lagos... (0,1%)

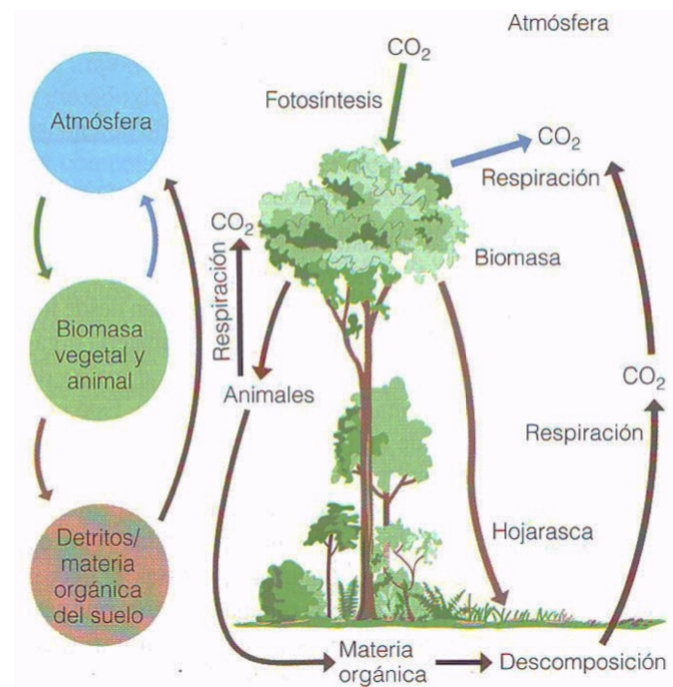
### Carbono

#### Relevancia:

- Cumple roles fundamentales en la captura (fotosíntesis) y liberación (respiración) de energía en los organismos.
- Es el componente estructural principal de los sistemas vivos y de los combustibles.
- Forma bicarbonatos

#### Ciclo:

- Desde la atm el  $CO_2$  es capturado por las plantas, convertido en materia orgánica y almacenado en tejidos .
- Es consumido por los animales y descomponedores y retorna a la atm o al océano.
- La materia orgánica muerta sedimenta y la combustión libera el C de los sedimentos.



### Nitrógeno

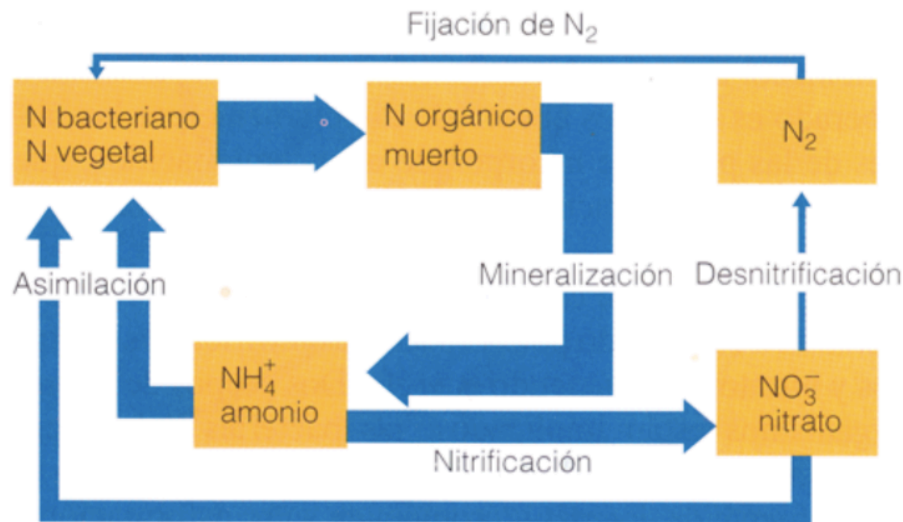
#### Relevancia:

- Es la base para la formación de moléculas funcionales y estructurales de los organismos (proteínas, enzimas y nucleótidos).



Ciclo:

- Desde la atm el N es fijado por bacterias y algas verdes/azules o por procesos industriales y convertido en amonio (**fijación**).
- El amonio puede ser asimilado por plantas o consumidores (desde el agua o suelo) o convertido en **nitrito (nitrificación)**.
- Los animales excretan amonio que puede ser nitrificado o **desnitrificado** (por bacterias anaeróbicas) retornando a la atm.



#### Marea roja: Interacciones entre ecosistemas marinos y nutrientes terrestres

- Los HABs (Harmful algae blooms) son cada vez más frecuentes en todo el mundo.
- La productividad desbordada de parte de muchos microorganismos marinos debido al exceso de nitrógeno es en gran parte responsable de la eutrofización de las zonas costeras.
- En el sur de Chile esta además se encuentra sujeta a fluctuaciones de variabilidad natural de las temperaturas como el Fenómeno del Niño.

#### Fósforo

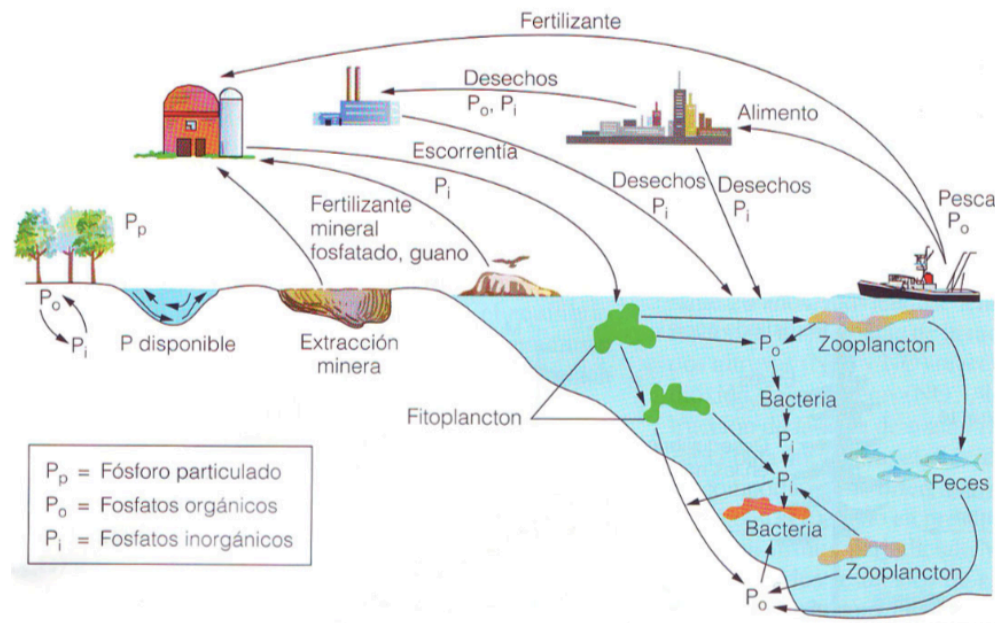
Relevancia:

- Otro de los componentes de los nucleótidos y el principal implicado en la transferencia de energía celular (ATP-ADP) y del ADN. Es un componente importante de los huesos en vertebrados.

Ciclo:

- El fosfato ( $PO_4$ ) es captado desde el suelo o desde el agua por los productores e ingresado a la cadena trófica y retornado por la excreción en un ciclo bastante simple. Es altamente insoluble en agua y suelo (nutriente limitante).

- El reciclado dentro de la fase biótica es muy importante, especialmente entre ecosistemas (ej. animales marinos = mar a la tierra).
- El movimiento tierra-mar puede ser importante (polvo) para las islas oceánicas.



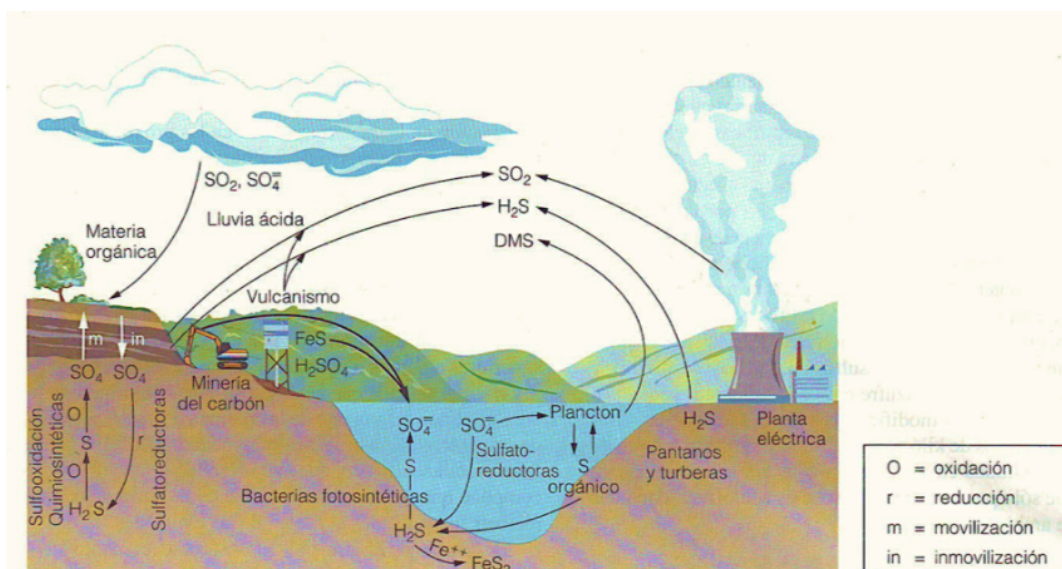
## Azufre

Relevancia:

- Componente de proteínas aminoácidos, enzimas y de los compuestos implicados en la comunicación olfativa.

Ciclo:

- El azufre es depositado desde la atm en suelos y el océano (sulfato).
- Es asimilado por las plantas desde el suelo o directamente desde la atm o mar, ingresa a los animales y descomponedores y es excretado como sulfuro  $\Rightarrow$  convertido a sulfato por bacterias quimiosintéticas o en el mar y volcanes.
- El sulfato vuelve a la atm.



Tanto en los ciclos del azufre y del nitrógeno se produce la lluvia ácida

- En la atm el SO<sub>2</sub> y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) producidos por la quema de combustibles fósiles, se combinan:
- **Depositación seca:** Parte de la mezcla precipita como partículas en las cercanías de la fuente y otra porción mayor es transportada lejos de la fuente.
- **Depositación húmeda:** Durante el transporte el SO<sub>2</sub> y los NO<sub>x</sub> participan en una serie de reacciones complejas produciendo ácido nítrico y ácido sulfúrico, que se diluyen en el vapor de agua y caen a la tierra en forma de precipitación.

## **Cambio Global I:**

El cambio global en un conjunto de estudios sobre el impacto de la actividad humana a escala planetaria.

- La **biósfera** puede ser modificada tanto por los seres vivos como por fuerzas geofísicas y extraplanetarias.
- La magnitud de la actividad humana actual sobrepasa muchos procesos biogeoquímicos naturales.
- La dimensión espacial del impacto humano se extiende a todo el planeta.
- La dimensión temporal de los cambios inducidos por la actividad humana es el orden de décadas a siglos.

**Cambio global es más que cambio climático:** Comprende múltiples impactos de las actividades humanas sobre el medio ambiente global.

Principales componentes del cambio global

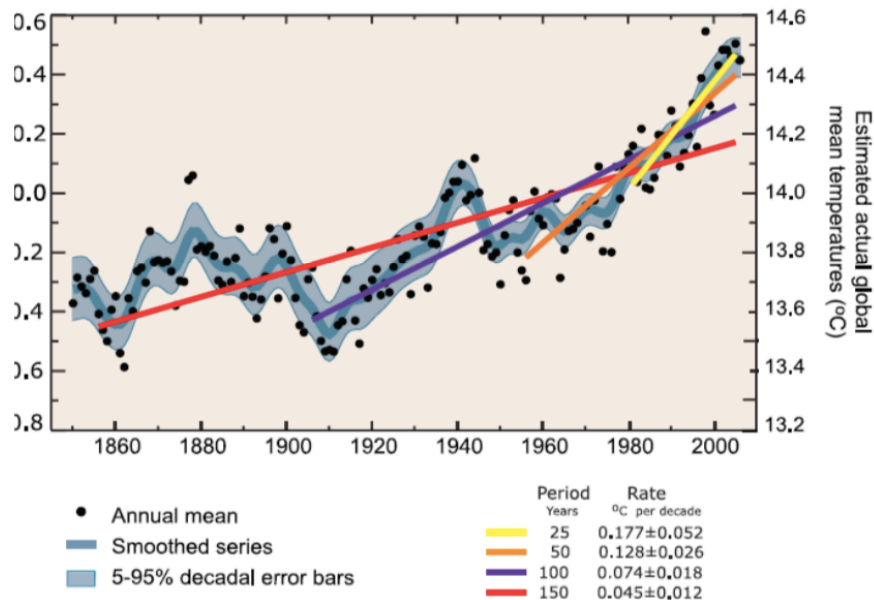
- Cambio climático acelerado a través del efecto invernadero de la atm.
- Toxinificación de la biosfera por metales, pesticidas, ozono, lluvia ácida, fertilizantes, etc.
- Modificación del paisaje, incluyendo fragmentación de hábitats, desertificación, urbanización, industrialización, agricultura.
- Introducción e invasión de especies exóticas.
- Pérdidas de diversidad biológica.

## Glosario:

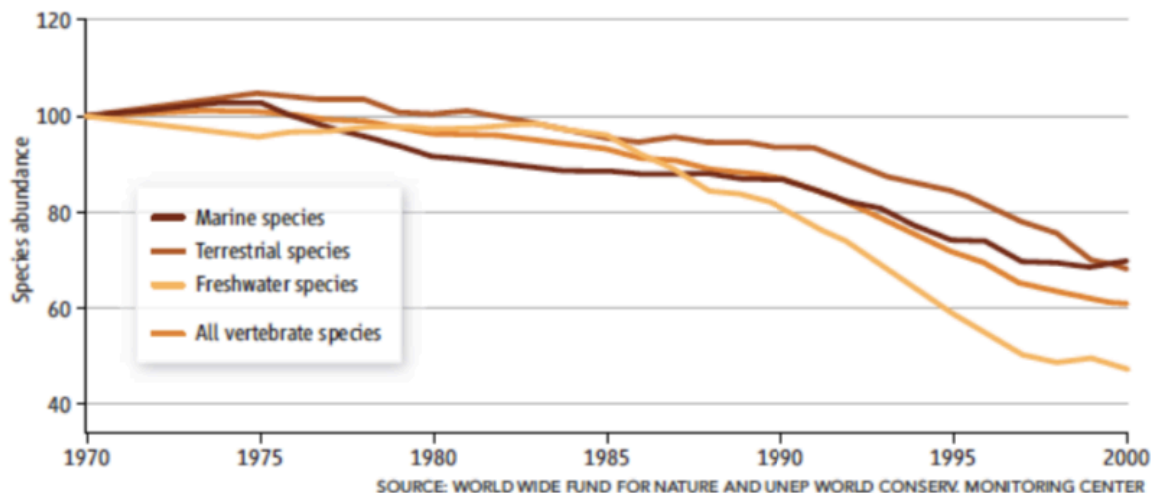
- **Cambio climático:** Cualquier cambio en el clima independiente de su causa y su escala temporal.
- **Cambio global:** Cambio climático y sus consecuencias aunque frecuentemente limitado para referirse al AGW y sus impactos.
- **AGW:** “Anthropogenic global warming” (calentamiento global inducido o gatillado por el hombre).
- **IPCC:** Panel Inter-Gubernamental de cambio climático.

## Potencial del calentamiento invernadero (GWP)

- Es la capacidad de un gas determinado para absorber **radiación infrarroja** ponderado por el tiempo de residencia de ese gas en la atmósfera.



## The Fall of the Wild



## **Cambio Global II:**

¿Qué significa proponer una nueva época geológica?

- Un cambio de **Época** en la escala geológica del tiempo corresponde a un cambio importante e el registro estratégico.
- ¿Qué nivel de alteración del sistema terrestre se requiere para producir estos cambios?