

T2. LA ENERGIA EN LOS ECOSISTEMAS (I)

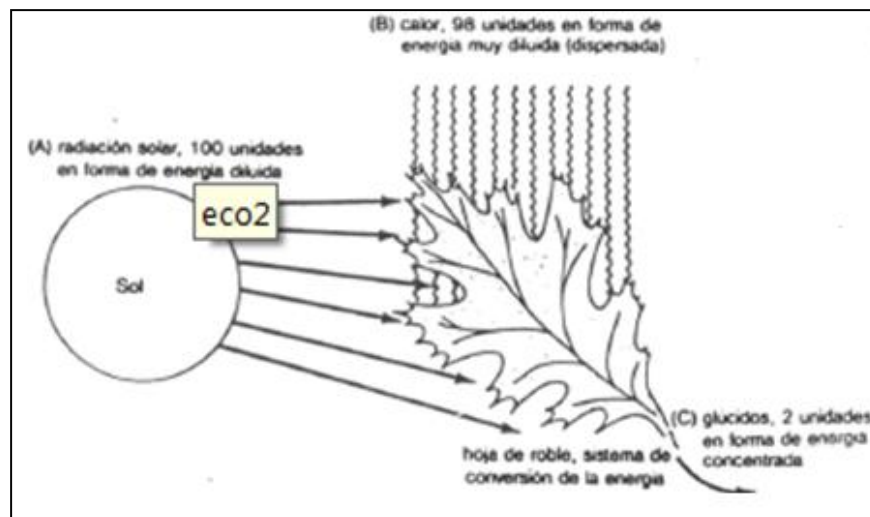
En el tema hablaremos de:

- **Transformaciones energéticas**
- **La radiación solar**
- **Cambio climático**
- **Producción primaria y secundaria**
- **Reparto de la energía en las redes tróficas.**

Transformaciones energéticas

La energía (E) se define como la capacidad de hacer un trabajo y se rige por las **leyes de la termodinámica**.

- La **1ª Ley de la Termodinámica** dice que la E no se crea ni se destruye, sino que se transforma. Según el esquema inferior vemos como la E del sol en forma de radiación solar interacciona con las hojas del árbol para producir E en forma de materia orgánica y en forma de calor (Q), Esta última forma de E sirve para mantener la temperatura de la atmosfera.



- La **2ª Ley de la Termodinámica** (ley de la entropía) dice que los procesos relacionados con la transformación de la E no pueden transcurrir a no ser que exista una degradación de E desde una forma concentrada a una forma dispersa y con la pérdida de Q correspondiente. Como parte de E se dispersa en forma de calor, las transformaciones no pueden ser eficientes al 100%, es decir, es imposible un rendimiento del 100%.

Des del punto de vista energètic, la fotosíntesis es un procés poc eficient, ja que se perd molta energia per a donar matèria orgànica.

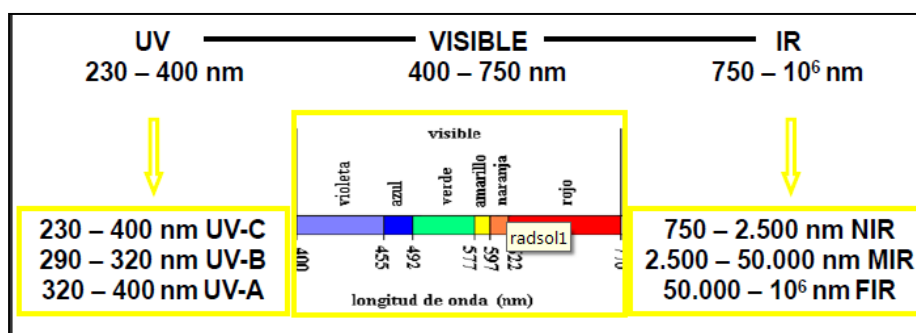
La energia del sol arriba en forma de radiació solar. La radiació solar està formada per: la **luz ultravioleta (UV)**, la **luz visible** i **luz infrarroja (IR)**. Realment, existeix una major diversitat de radiació però nosaltres només estudiarem l'espectre central de la radiació solar que coincideix amb les radiacions més abundants. Aquestes radiacions tenen diferent longitud d'ona. Se diu que a menor longitud d'ona major E tindrà la radiació. Per tant, de major a menor E trobem: UV, visible i IR. En termes generals, direm que els UV i els visibles són d'ona curta mentre que els IR són d'ona llarga.

Los **UV** són els raigs més perjudicials, ja que són els més potents energèticament. Aquests es classifiquen en **A, B o C** en funció de la longitud d'ona. Els UVA són els que tenen major longitud d'ona, els UVB formen part de la capa d'ozó i són els realment perjudicials mentre que els UVC no arriben a nosaltres gràcies a la funció que fa la capa d'ozó. Serien raigs letals per als protoplasmes cel·lulars.

Los **visibles** són els que utilitzen les plantes per a realitzar la fotosíntesis. El vermell és el menys energètic mentre que el violeta és el més energètic.

Finalment, trobem els **IR** que són els raigs calorífics i la seva funció és escalfar l'atmosfera. També es diferencien en funció de la seva longitud d'ona en NIR, MIR i FIR.

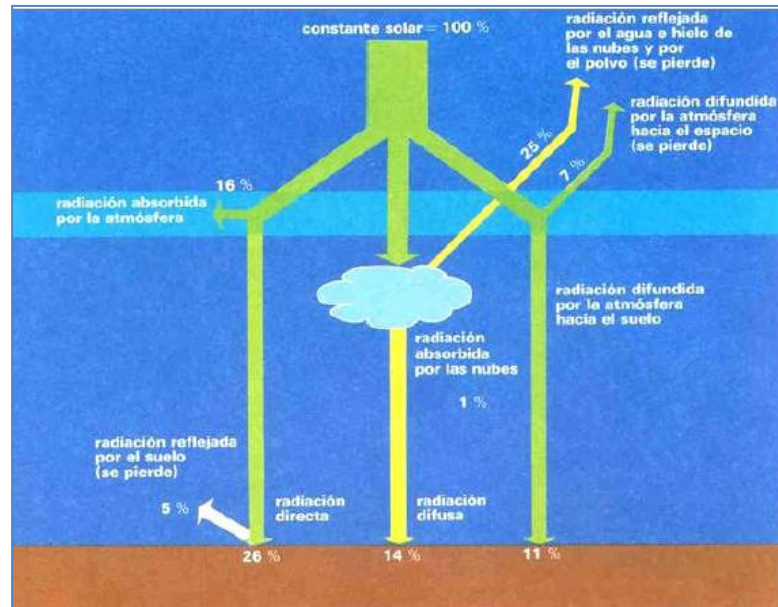
El esquema inferior mostra la classificació de la radiació solar. Per sobre dels UV trobaríem els raigs X, els gamma i els còsmics (els raigs que tenen major potencial energètic). Per sota dels IR trobaríem les ones microones.



Quan el cel està nublat, les núvols no deixen passar tan fàcilment els raigs que tenen major longitud d'ona. Així doncs, els visibles són més fàcils que travessin les núvols que no els IR, ja que els visibles tenen una longitud d'ona menor. Això explica perquè en un dia nublat de platja tenim la sensació de fred.

Fuera de la atmósfera, la radiación solar está constituida por 7% de rayos ultravioleta, 47% de radiación visible y 46% de rayos infrarrojos.

En la superficie, en condiciones ideales (cielo despejado y a nivel del mar) los porcentajes son: 4% de ultravioleta, 46% de visible y 50% de infrarroja.



Cambios climáticos

Hablaremos de: **la capa de ozono, efecto invernadero, enfriamiento del planeta.**

La **capa de ozono** se encuentra en la estratosfera (capa a unos 15-20 km por sobre de la superficie de la tierra), es rica en oxígeno (que se combina para formar el ozono (O₃)) y que se encarga de absorber la mayor parte de la radiación solar, sobretodo de los rayos UVB y los UVC. Los UVC atraviesan muy poco la capa mientras que los UVB debido a la delgadez de la capa de ozono están llegando en determinadas zonas del planeta. Estos últimos rayos son capaces de dañar las células, provocar cáncer de piel, cataratas y problemas respiratorios. Es importante recalcar que no se debe hablar de hueco = “forat” de la capa de ozono sino de adelgazamiento de esta.

Los CFC (cloro-fluoro-carbonos) son refrigerantes que han intervenido en la destrucción la capa de ozono. Ejemplo: el freón es un CFC usado en aires acondicionados, neveras... Estos cuando llegan a la troposfera (capa más próxima a la superficie terrestre) liberan el cloro que se encarga de **catalizar** la destrucción del ozono. La catalización quiere decir que a partir de una sola molécula de cloro se pueden destruir muchas moléculas de ozono. Es muy perjudicial porque es irreversible. En la destrucción de la capa de ozono también intervienen otros gases como el NO₂ i CH₄ pero son menos importantes, ya que una molécula de NO₂ solo actúa sobre una molécula de ozono y la reacción es de tipo reversible.

Con la disminución del uso de los CFC se ha evitado la progresión de la destrucción de la capa de ozono. Hay estudios recientes que dicen que radiaciones cósmicas (radiaciones de longitud de onda menor a los UV) podrían influir también en la destrucción de la capa. Actualmente no se sabe si la capa de ozono se podrá recuperar.

Sabemos que hay mayor contaminación en los países que se encuentran del ecuador hacia el norte pero que los “agujeros” se ubican en los polos. ¿A qué se debe? Eso se debe al efecto del viento que desplaza los agentes contaminantes hacia los polos. ¿Cómo explicarías que el agujero sea mayor en la Antártida que en el Ártico? El agujero es mayor en la Antártida por el efecto de la temperatura. En el polo sud hace más frío y, en esas condiciones, en se favorece que el cloro se combine con el ozono.

Actualmente, hay 29 países (la gran mayoría ubicados son países desarrollados) que son los responsables de más del 80% de la contaminación ambiental.

Capa de ozono - Debilitando la pantalla de protección

Ozono
La capa de ozono está en la estratosfera, entre 15-20 km sobre la superficie de la Tierra. Filtra todas las formas de radiación ultravioleta (UV) que recibe, conformando una pantalla de protección contra la nociva radiación UV-B.

Radiación UV-B
La radiación UV-B aumenta la incidencia de ciertos tipos de cáncer de piel. La Agencia de Protección del Medio Ambiente de los EEUU ha calculado que en los próximos 90 años el agotamiento de la capa de ozono podría desencadenar 800.000 muertes adicionales de cáncer. También la radiación UV-B es una importante causa de aparición de cataratas y de daños del sistema inmunológico.

Destrucción del ozono

LECTURAS DE OCTUBRE EN BAHIA HALLEX, ANTARTIDA.

La causa principal del agotamiento del ozono es el aumento de la presencia de los CFCs en la atmósfera. Utilizado como aerosoles e impulsores entre otras cosas, al desintegrarse al entrar en contacto con la fuerte radiación UV-B en la zona superior de la atmósfera, liberan cloro. Cada átomo de cloro puede destruir 100.000 moléculas de ozono. El óxido nítrico y el metano, ambos sub-productos agrícolas, también alteran la capa de ozono.

El factor tiempo
Los CFCs pueden permanecer en la atmósfera durante 100 años. De manera que si se detuviera inmediatamente la contaminación con CFCs, la destrucción del ozono continuaría.

Protección del ozono
Aunque los EEUU prohibieron el uso de CFCs en los aerosoles durante los años setenta, todavía permite su utilización en otros productos. El Programa del Medio Ambiente de la ONU ha hecho un llamamiento para que sea prohibida su producción y su uso. Hasta aquí hay pocos controles sobre el metano y el óxido nítrico.

Ecología Veterinaria Tema 2

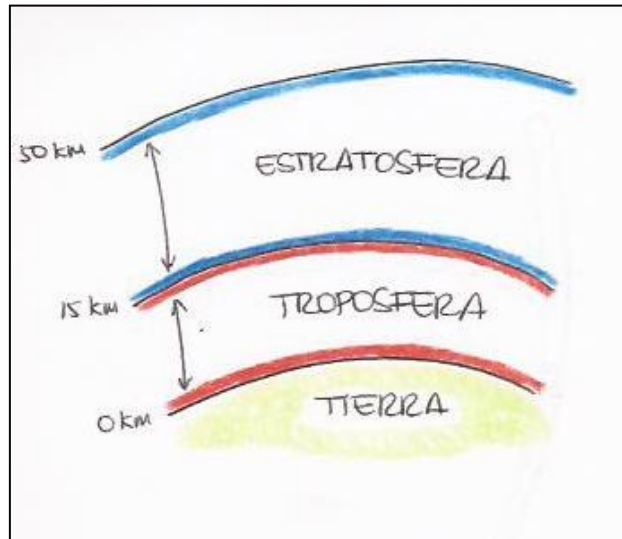
16 septiembre de 1987 Protocolo Montreal
(entró en vigor el 1/01/1989, ratificado por 29 países)

La atmosfera está formada por diferentes capas. Nosotros nos centraremos en la **estratosfera** y la **troposfera**. La **estratosfera** es la capa que se encuentra a unos 15-20 km por sobre de la superficie de la tierra y que contiene el 90% del ozono atmosférico. Su función es beneficiosa ya que actúa como filtro de radiación UV. La **troposfera** es la capa más próxima a la superficie terrestre y contiene el 10% del ozono atmosférico. El ozono de esta capa es perjudicial, ya que tiene efectos nocivos sobre el hombre y la vegetación. Provoca irritación, problemas respiratorios, entre otros problemas. El

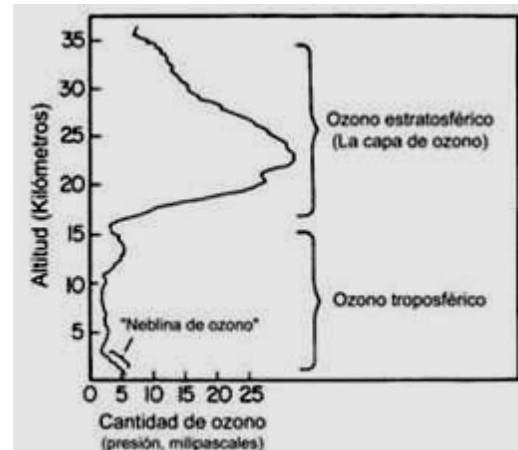
T2. LA ENERGIA EN LOS ECOSISTEMAS (I)

ozono se forma a partir de la siguiente reacción: $\text{NO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{O}_3$. El NO_2 proviene de zonas con contaminación con combustibles fósiles y humos.

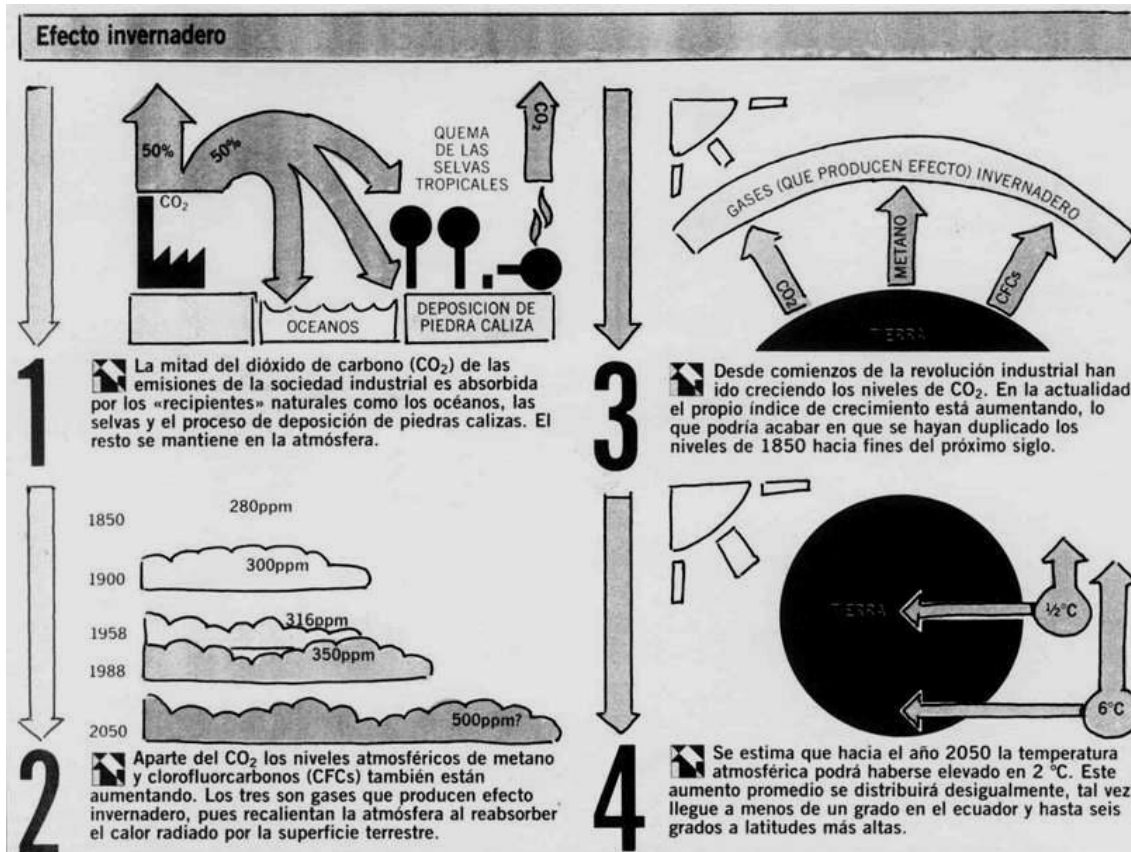
A continuación, se presenta un dibujo esquemático de dos de las cinco capas de la atmosfera:



Existe una red de vigilancia y prevención de contaminación ambiental que mide los niveles de ozono de las distintas áreas de Cataluña. En días lluviosos y con mucho viento hay menos ozono en la troposfera, lo cual es beneficioso.



El **efecto invernadero** es el fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de la atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Los gases atmosféricos, vapor de agua, CO_2 , CH_4 , CFC, NO_2 , permite el paso de las ondas cortas y luz visible es aprovechada por las plantas durante su fotosíntesis. Como ya sabemos, la fotosíntesis es un proceso poco eficaz, por ello hay un gran desprendimiento en forma de calor (98%), el cual no dispone de la energía suficiente para salir de la atmósfera y va "rebotando" y calentando el planeta. Si no fuera por ese efecto, estaríamos a una temperatura inferior a los -15°C , por eso el efecto invernadero es beneficioso para la vida, el problema está en que el equilibrio natural se ha roto.



El CO₂ es el substrato de la mayoría de los ecosistemas acuáticos y terrestres para hacer la fotosíntesis, pero con el gran aumento de combustión de combustibles fósiles y el talado de grandes bosques, el CO₂ se acumula y acaba aumentando la temperatura de la parte baja de la atmósfera. La cuantificación de temperatura se ha basado en muchos modelos matemáticos diferentes, pero tenemos demasiados pocos datos como para poder prever la evolución del calentamiento global. Además hasta ahora había mucha polémica en si existía o no el efecto invernadero, calentamiento global, etc. pero hoy en día, ya es innegable que:

- Las temperaturas medias del planeta han aumentado de forma considerable.
- Hay un marcado deshielo de los casquetes polares, se han reducido hasta la mitad.
- Está aumentando el nivel del mar
- Aumentan los períodos calurosos, hasta hay zonas que se están convirtiendo en desierto.

Una vez conscientes de todo esto y para frenarlo un poco, se hicieron diferentes cumbres:

1992 → Cumbre de Río (año base 1990). En este momento deciden hacer el inventario de las emisiones, contar las grandes industrias (950) y observar cual es el total de

T2. LA ENERGIA EN LOS ECOSISTEMAS (I)

emisiones. Con todo eso España en el año 90 tiene la posibilidad de aumentar en el 15% sus emisiones, así que se dedica a emitir.

1997 → Protocolo de kyoto. Este protocolo consiste en intentar disminuir las emisiones antes del 2012. Pero este protocolo no entró en vigor hasta que hubo la adhesión del número de países necesarios, que juntos, fuesen los responsable del 55% de las emisiones mundiales. En 2005, finalmente se firma el protocolo. Durante todo este tiempo, España y muchos otros países se dedicaron a seguir emitiendo, así que España se coloca con una emisión del 45%, habiendo que bajar el 30% para cumplir con el protocolo.

El protocolo tardó tanto a firmarse porque solo USA ya es el responsable del 25% de las emisionos de CO₂, y no quiso firmar porque le era muy caro cambiar el tipo de indutria que tenia. En este momento Bush era el presidente, aunque fueron todos los del congreso americano que acordaron no firmar en el 2001. Por ello se tuvieron que unir muchos más países, siendo Russia el último país necesario para cumplir con el 55% de las emisiones. Rúsia emitia el 17,4% y con ella se consiguió el 61,6%.

Todos los países que han firmado el protocolo són: Alemania, Australia, Austria, Belarús, Bélgica, Bulgaria, Canadá, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estados Unidos, Estonia, Federación Rusa, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Mónaco, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumania, Suecia, Suiza, Turquía y Ucrania. Los últimos países que se unen són Liechtenstein y Mónaco, USA sigue sin entrar en el protocolo y en 2007 el último en apuntarse es Australia, con el 2% de emisiones.

¿Qué hay que reducir?

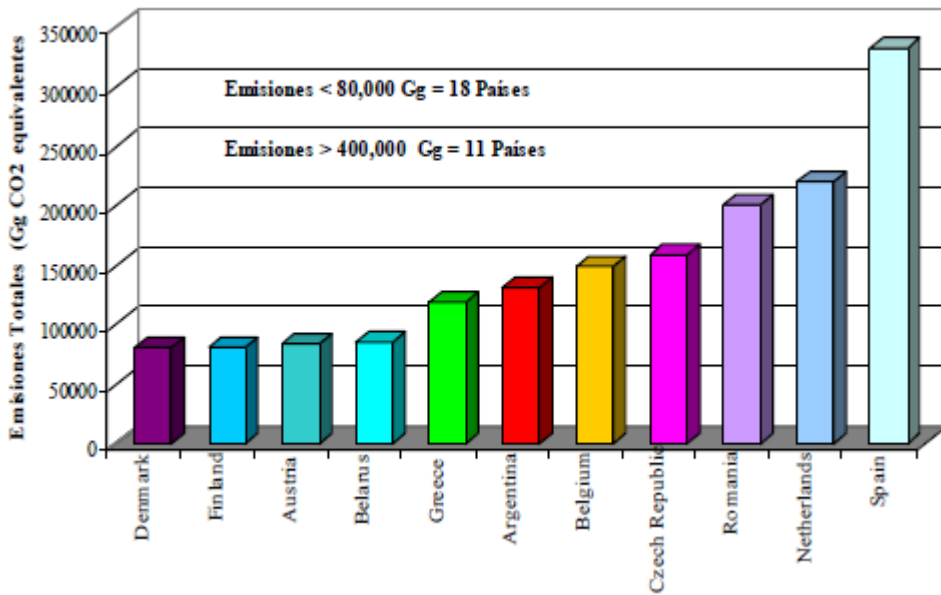
CO₂ = 76%. Combustibles fósiles, zonas cementadas (menos plantas). Una tonelada de este equivale a una tonelada de potencial de cambio climático.

CH₄ = 13%. Pero una tonelada de este tiene 21 veces más potencial de efecto invernadero que el CO₂. No olvidar los arrozales.

NO₂= 6%. Aún ser el de menos cantidad, es el de mayor potencial de efecto invernadero. Una tonelada de este equivale al 310 veces más el potencia del CO₂.

Según el protocolo de kyoto, la UE tendria que disminuir el 8% de sus emisiones, USA el 7% y Japón el 6%.

| Greenhouse gases | Chemical formula | Pre-industrial concentration (ppbv) | Concentration in 1994 (ppbv) | Atmospheric lifetime (years)* | Anthropogenic sources | Global warming potential (GWP)** |
|----------------------|---------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--|----------------------------------|
| Carbon dioxide | CO ₂ | 278,000 | 358,000 | Variable | Fossil-fuel combustion Land-use conversion Cement production | 1 |
| Methane | CH ₄ | 700 | 1,721 | 12.2+/-3 | Fossil fuels Rice paddies Waste dumps Livestock | 21*** |
| Nitrous oxide | N ₂ O | 275 | 311 | table1_large | Fertilizer Industrial processes | 310 |
| CFC-12 | CCl ₂ F ₂ | 0 | 0.503 | 102 | Combustion Liquid coolants | 6,200-7,100**** |
| HCFC-22 | CHClF ₂ | 0 | 0.105 | 12.1 | Foams Liquid coolants | 1,300-1,400**** |
| Perfluoro-methane | CF ₄ | 0 | 0.070 | 50,000 | Production of aluminum | 6,500 |
| Sulfur hexa-fluoride | SF ₆ | 0 | 0.032 | 3,200 | Dielectric fluid | 23,900 |



| Tm CO ₂ /habit./año | |
|--------------------------------|----|
| España | 7 |
| China | 1 |
| Inglaterra | 12 |
| USA | 20 |

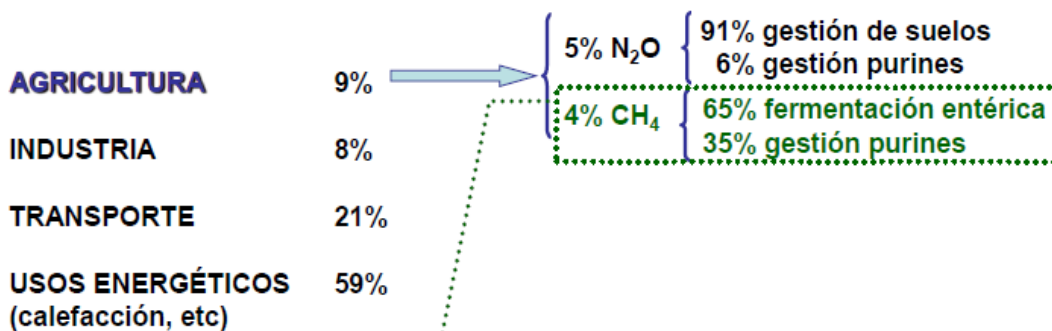
Hay que tener en cuenta los países emergentes como China y India ya que cada son más significativas sus emisiones.

España tiene una alta emisión, de unas 7 toneladas por habitante y año. Según el protocolo tiene que reducir el 30% de sus emisiones, lo cual es mucho, así que compra los derechos de emisión a otros países subdesarrollados, un 7% disminuyendo el porcentaje de reducción al 23%.

Hay que reconocer que la UE se ha tomado muy en serio kyoto y el tema medioambiental, así que aunque el protocolo en sí sea un acuerdo de buenas intenciones y sin sanciones; la UE si que sanciona.

Con todo, hay países que lo tienen más difícil el tema de reducir el CO₂, como Italia ya no disponen de energía nuclear, mientras que Francia dispone del 70% de energía nuclear, Catalunya el 65%, etc. Todo tiene sus inconvenientes.

Emisiones de gases efecto invernadero en la UE-15



En agricultura el CO₂ es el que menos importa. El metano puede disminuirse si se aumenta la eficiencia en la alimentación. Por ello las emisiones de CH₄ son inferiores en intensivo, aunque eso no quiere decir que la producción intensiva sea menos contaminante, ya que la cantidad de CO₂ y de NO₂ es superior en intensivo. Por ello el balance nos deja con que la ramadería extensiva es menos contaminante.

Las emisiones de CH₄ de la ganadería comunitaria provienen en un 47% del porcino (representa el 0,5% de los gases de efecto invernadero emitidos por la UE-15), un 27% de la cabaña de vacuno no lácteo, un 18% de la cabaña de leche, un 5% de las aves y un 1% del ovino.

Las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la agricultura de la UE-15 disminuyeron el 11% entre 1990 y 2005 (20% en el caso de UE-27) debido a las reformas de las PAC y de la política comunitaria en materia de aguas, que han dado lugar a una reducción del número de animales de cría y de la utilización de abonos, así como a una mejor gestión de los purines.

2011→ Cumbre de Cuban, en esta se decide alargar el tiempo del protocolo de kyoto hasta el 2015. Esto es torneria porque 3 años no serviran para reducir tal cantidades de CO₂. La intención es en 2015 llegar a un nuevo acuerdo con futuro en el 2020, aunque Japón, Rúsia y Canadá ya han dicho que no entraran en este segundo acuerdo, así que el tema del cambio climático tiene un futuro muy incierto.

Otro tipo de planes que se estan discutiendo es intentar que en el 2020 no haya subido 2 grados la temperatura global del planeta, cosa que parece bastante difícil.

El **enfriamiento del planeta**. Esta teoria dice que las erupciones volcánicas y los incendios forestales pueden causar impactos en el sistema terrestre de la misma manera que lo hace la polución del aire, llenando la atmósfera de polvo y oscureciendo el «Techo del invernadero», pudiendo llegar a haber un enfriamiento global.

Se asocia al tema de la desaparición de los dinosaurios, pero no existe unanimidad para aceptar la teoría del impacto asteroidal como causante de la extinción de los dinosaurios. Es posible que el impacto no fuera la causa última, aunque posiblemente ayudó. Parece que no hay duda, en que un cuerpo de grandes dimensiones colisionara contra la Tierra hace 65 millones de años.

Producción primaria y secundaria

Producción primaria o productividad primaria: Montante de MO fijada por autótrofos en un área determinada en un periodo de tiempo dado.

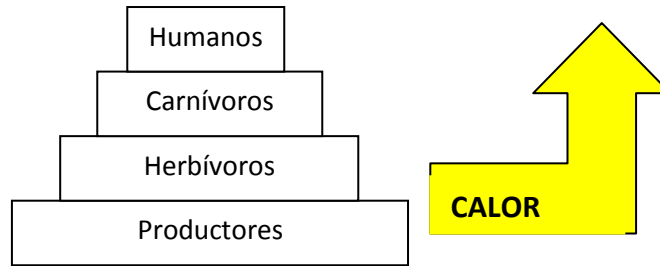
Producción primaria bruta: Total fotosintetizado, incluyendo lo que la planta utiliza para sus propias necesidades. (M.O. que almacena la planta)

Producción primaria neta: Total excedente almacenado en el vegetal después de sus necesidades respiratorias. (M.O. almacenada- sus necesidades)

Producción neta de la comunidad: Es el total obtenido por la comunidad biótica después de haberse consumido el alimento necesario.

Producción secundaria: Es la E almacenada en el nivel de los consumidores.

Los ecosistemas tienen forma piramidal, siempre es necesario que haya más productores, no puede tratarse de un sistema rectangular. Como más subimos, más se concentra la energía.



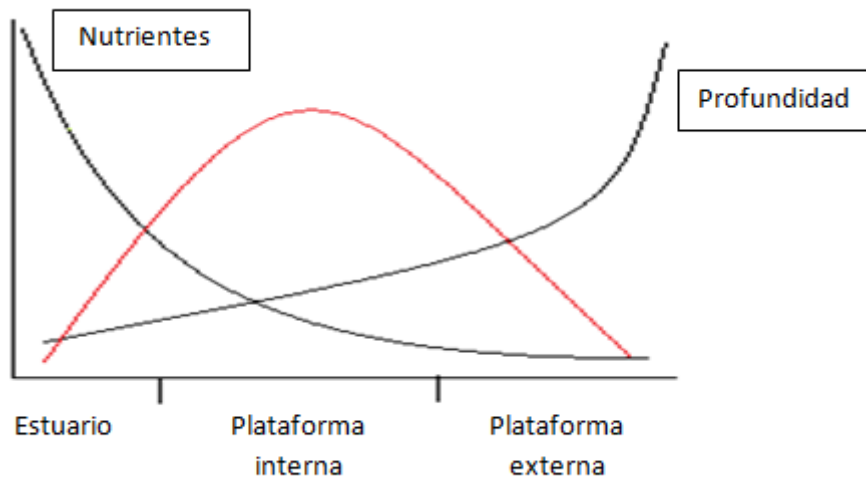
Los productores (autótrofos) son los más necesarios por eso, en los ecosistemas terrestres, los factores limitantes de la producción terrestre, son los factores limitantes de la producción de las plantas.

- Falta de agua en el suelo
- Falta de nutrientes esenciales
- Temperaturas inadecuadas
- Profundidad insuficiente del suelo
- Cobertura foliar insuficiente
- Baja eficacia de la FS incluso en condiciones favorables.

Estos factores pueden estar influidos por el hombre a través de riego, invernaderos, fertilizantes, etc., aunque la baja eficiencia de la FS es irremediable. Para fabricar 2 unidades de M.O. perdemos 98 unidades en forma de calor. Como sabemos las plantas están clasificadas como C3, C4 o CAM. Las C4, las tropicales, tienen una fotosíntesis más eficiente, ya que no hacen fotorespiración. Por eso durante mucho tiempo lo que se ha intentado es adaptar los enzimas de las C4 a las C3, pero hoy por hoy aún no se ha logrado.

Los ecosistemas acuáticos, son algo diferentes y sus factores limitantes son:

- Disponibilidad de nutrientes
- La luz
- La intensidad de ramoneo, semejante a un pastoreo.

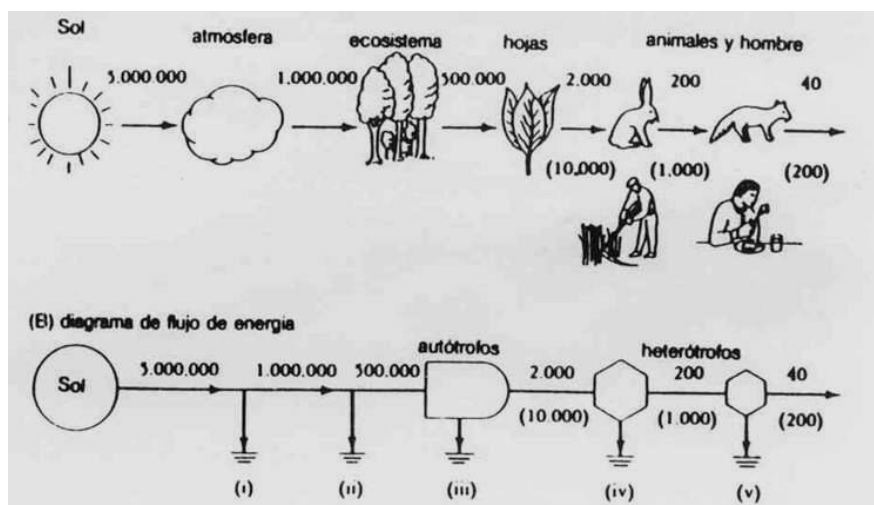


Como podemos observar en el gráfico, los estuarios son los ecosistemas más ricos en nutrientes porque es donde desembocan los ríos. Pero aun así, no es la zona de mayor productividad (se mide con la producción de fitoplancton= línea roja) porque el agua está muy turbia, así que la mayor productividad la encontramos en la plataforma intermedia.

Reparto de la energía en las redes tróficas

El flujo de energía: A medida que la E fluye a través de una red de sucesivas transformaciones, cambia el tipo de E, su concentración y su capacidad para retroalimentar y producir efectos amplificados.

Cuando la radiación solar pasa a través de la biosfera, en cada transferencia se disipa una gran parte del flujo de la E solar en calor (2ª ley de la termodinámica), todo eso se presenta en diagramas. Los círculos equivalen a los focos de energía, los rectángulos de extremos redondos a los productores, los hexágonos a los consumidores y las flexas con tres rayas equivalen a cada pérdida de calor.

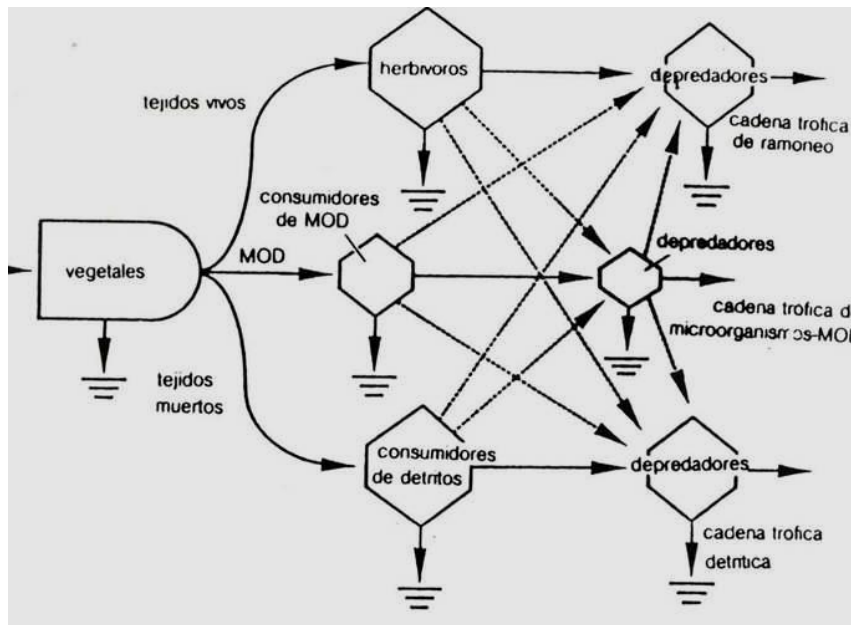


T2. LA ENERGIA EN LOS ECOSISTEMAS (I)

En la realidad, no observamos cadenas lineales de flujo de energía, sino que un entramado de cadenas relacionadas entre sí, formando la **red trófica**. Y hay que ser conscientes de que al menos 1/3 parte de la producción primaria debe dejarse para el ecosistema si en el futuro se espera tener alguna cosecha o algún bosque.

Hay tres tipos de cadena trófica, aunque todas se originan en los productores.

- Cadena trófica de ramoneo o apacentamiento: empiezan con los herbívoros
- Cadena trófica detritica → M.O.P. (particulada)
- Cadena trófica microbiana → M.O.D. (disuelta)



Con esto es importante ver el papel fundamental de los saprofitos, ya que interactúan con todas las demás cadenas degradando la M.O y cerrando el ciclo de los nutrientes.

Por último, hay una clasificación de los ecosistemas basada en la energía

| Ecosistema | Flujo anual de energía (en Kcal/m ²) | Estimación media redondeada ¹ |
|--|--|--|
| 1. Accionado por energía solar sin subsidio natural | 1.000-10.000 | 2.000 |
| 2. Accionado por energía solar con subsidio natural | 10.000-40.000 | 20.000 |
| 3. Accionado por energía solar con subsidio artificial | 10.000-40.000 | 20.000 |
| 4. Industrial urbano accionado con combustibles | 100.000-3.000.000 | 2.000.000 |

1) Ecosistema únicamente accionado por energía solar, como bosques abiertos, océanos y mares. Esos ecosistemas son poco productivos, pero son los más abundantes y muy importantes para mantener el equilibrio.

¹ Los ecosistemas mundiales aún deben ser inventariados más profundamente para calcular los promedios de una forma más precisa.

T2. LA ENERGIA EN LOS ECOSISTEMAS (I)

2)E. accionado por energía solar pero con subsidio natural, como las mareas y los ríos en los estuarios.

3)E. accionado con Energía Solar pero con subsidio artificial, siembras, fertilizantes, riegos, etc.

4)E. industrial urbano accionado con combustibles, ecosistemas muy energéticos, muy caros, pero por suerte poco frecuentes a nivel de biosfera.