

2º Curso de
Formación del
Profesorado

Santiago de C. - 13-14 Marzo 2009
SI QUEIMAMOS QUINTAMOS

FLUXOS DE ENERGÍA NOS ECOSISTEMAS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Ricardo Anadón
Catedrático de Ecología
Universidad de Oviedo



Universidad
de Oviedo

Esquema de la Presentación

Es un tema complejo, no bien analizado ni resuelto en la actualidad, que exige tener claros algunos principios básicos

1. Cambios que se generan con el Cambio de Clima actual y que Cambios se producirán en el futuro
2. Flujo de energía en los ecosistemas: factores de los que depende
3. **¿Cómo afectará el Cambio Climático a los ecosistemas?**
4. Como podemos conceptualizar los cambios: Habrá diferencias entre ecosistemas
5. ¿Se apreciarán los cambios en los ecosistemas?
6. ¿Cómo nos puede afectar a los humanos?
7. ¿Se pueden detectar los cambios en un aula?

**Empezaremos y Terminaremos
con una visualización de la
Población Mundial**

<http://www.poodwaddle.com/worldclock.swf>

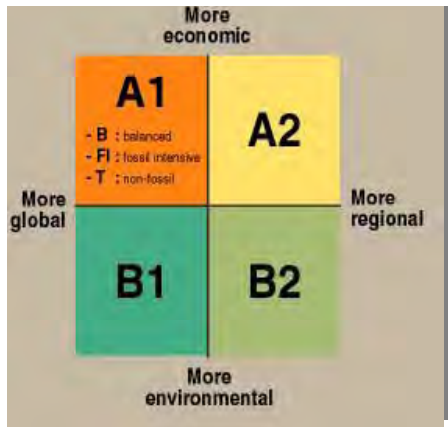
A1: Un mundo en crecimiento económico rápido y con introducción rápida de tecnologías nuevas y más eficientes

A2: Un mundo muy heterogéneo con énfasis en los valores familiares y las tradiciones locales

B1: Un mundo de "desmaterialización" e introducción de tecnologías limpias

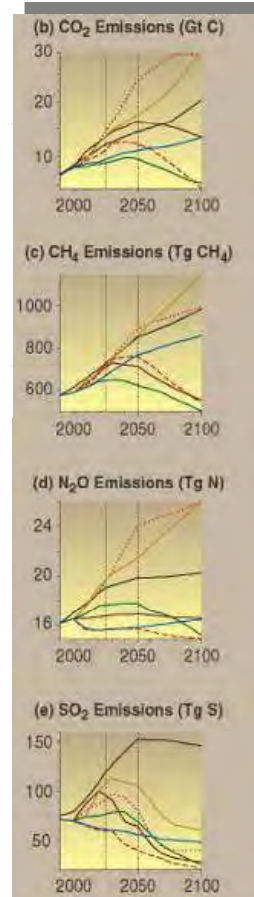
B2: Un mundo con énfasis en las soluciones locales para la sostenibilidad económica y ambiental

IS92a escenario "economía actual" (1992)

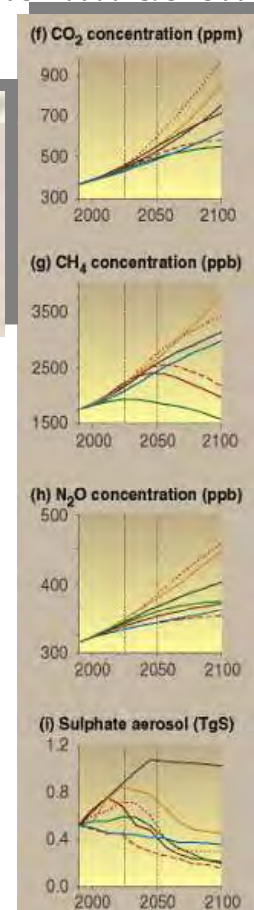


Los escenarios SRES de emisión y el cambio resultante en concentración

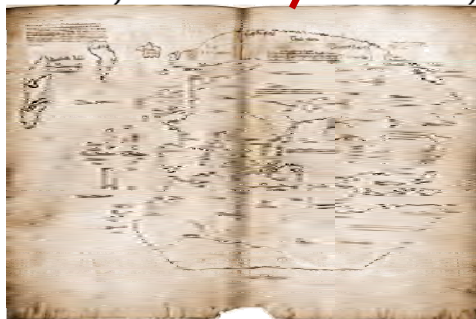
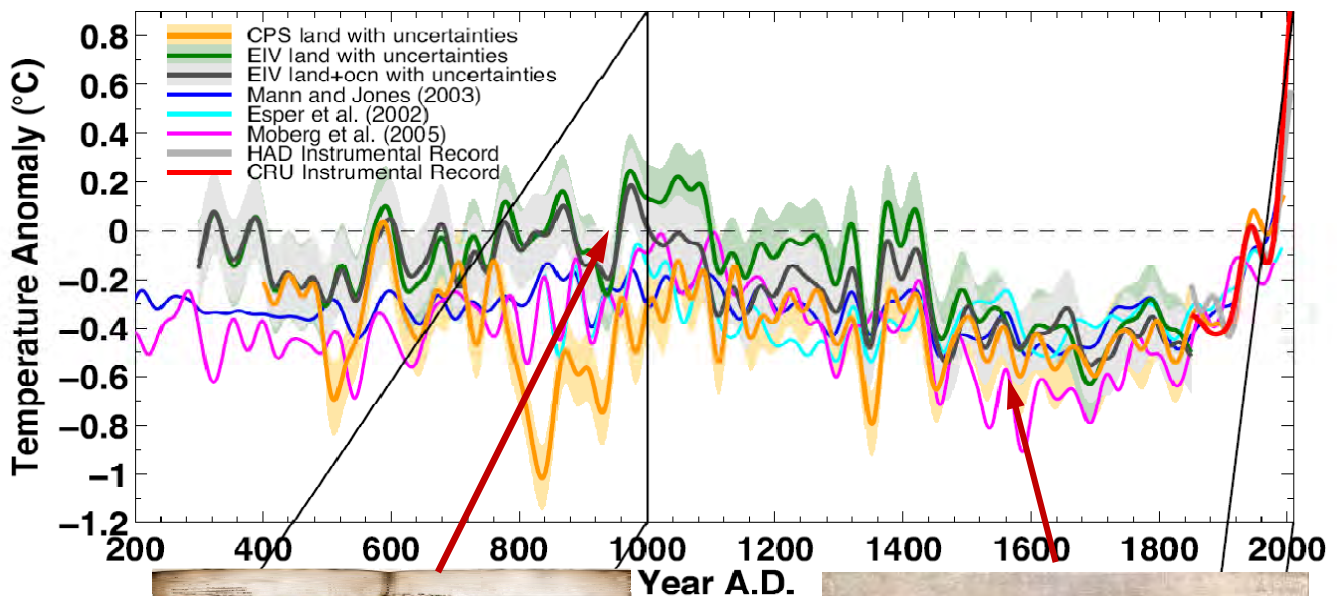
emisiones



concentraciones



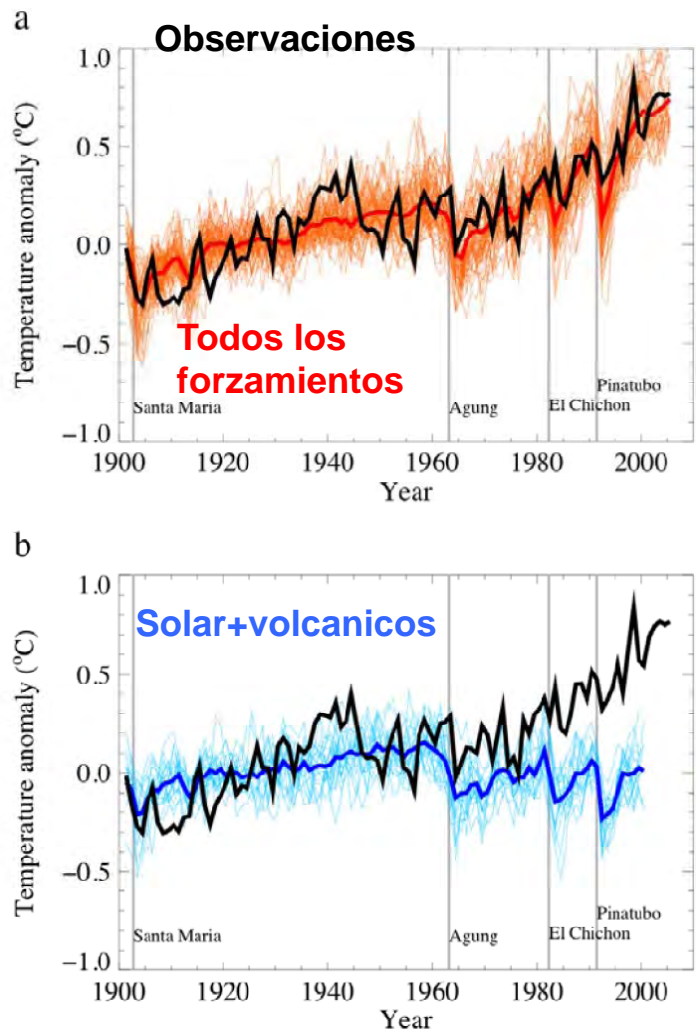
La más moderna reconstrucción de la temperatura en el Hemisferio Norte



Mann et al, 2008

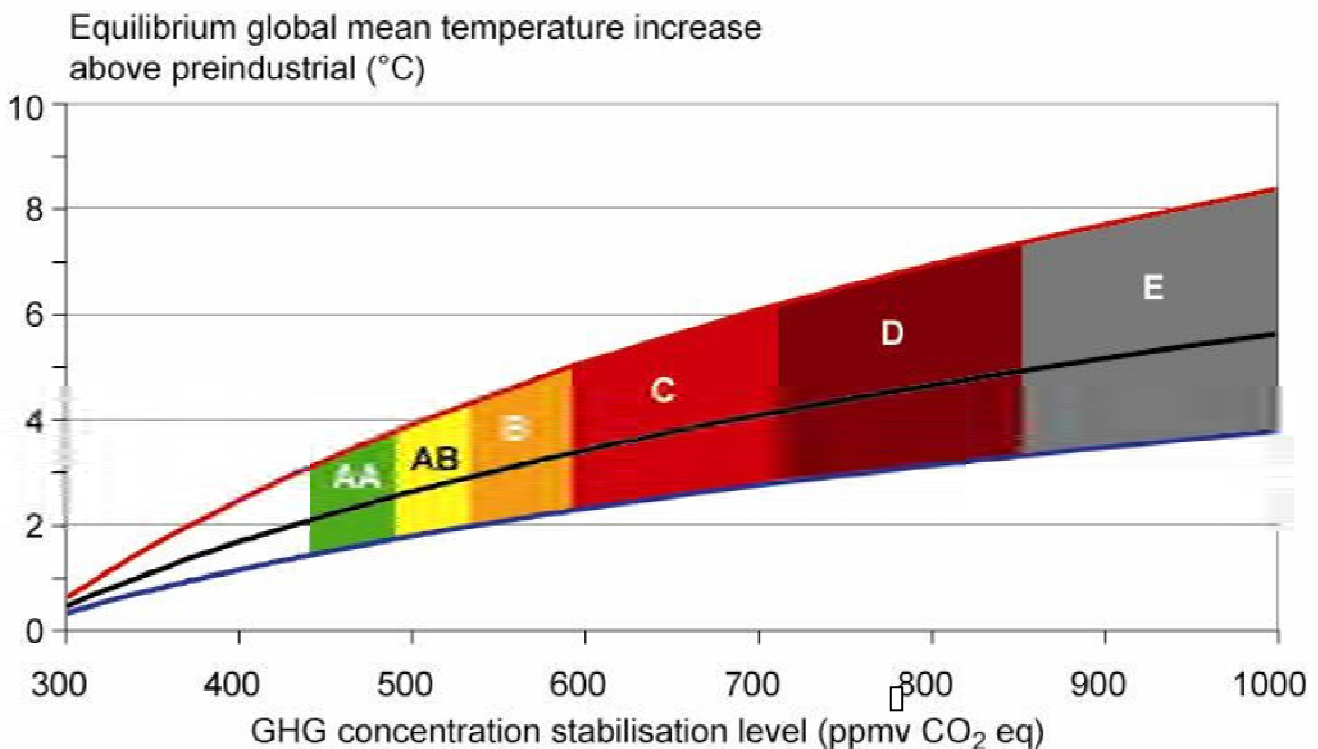
Los cambios observados son consistentes con:

- ☑ **Respuestas esperadas a los forzamientos**
- ☒ **inconsistentes con explicaciones alternativas**



IPCC - WGI, AR4 - 2007

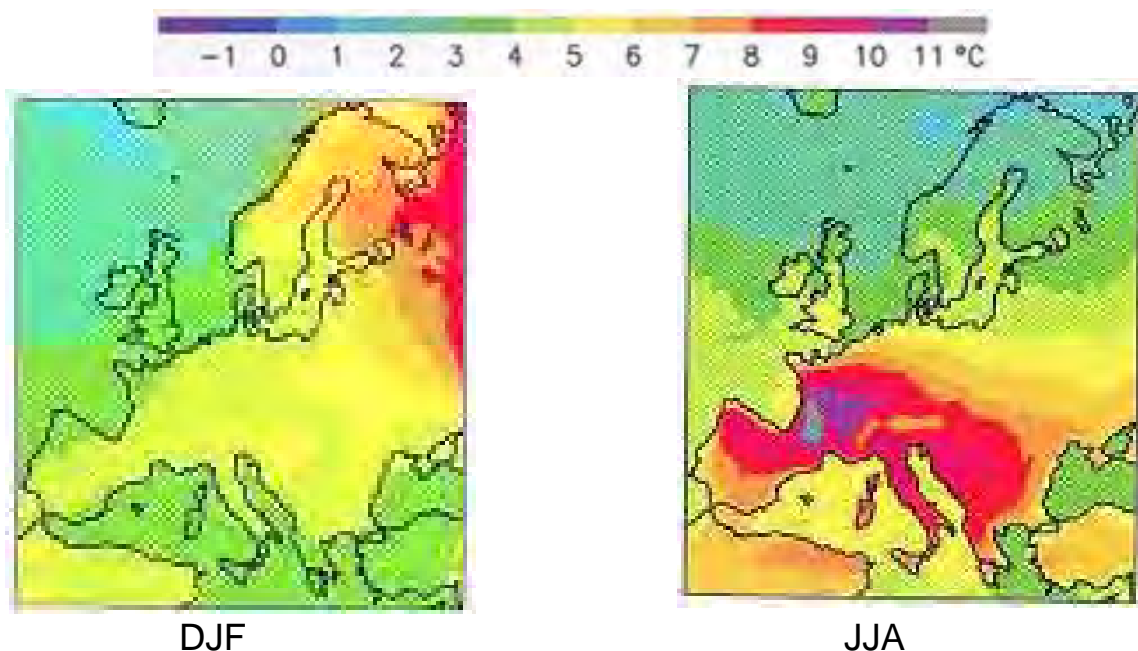
Escenarios de emisión de gases de efecto invernadero y estabilización



Letras mayúsculas deben ser cambiadas de AA, AB etc en I hasta VI; ppmv (eje x) debe ser cambiado a ppm; stabilisation en stabilization]

IPCC - AR4

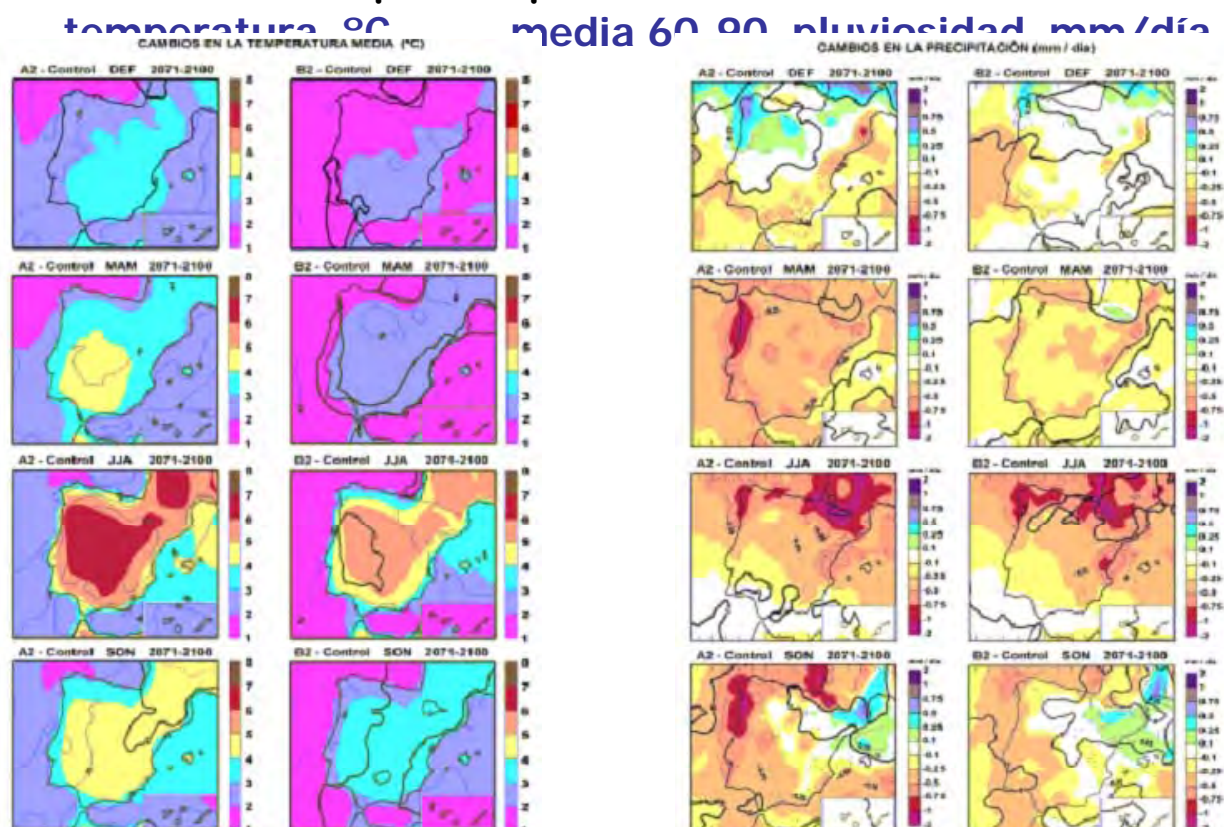
Los modelos regionales Europeos que existen presentan resultados semejantes



Calculado para el RCAO-E2 escenario menos el control (1960-1990) RCM SweClim

Rummukainen et al, 2004

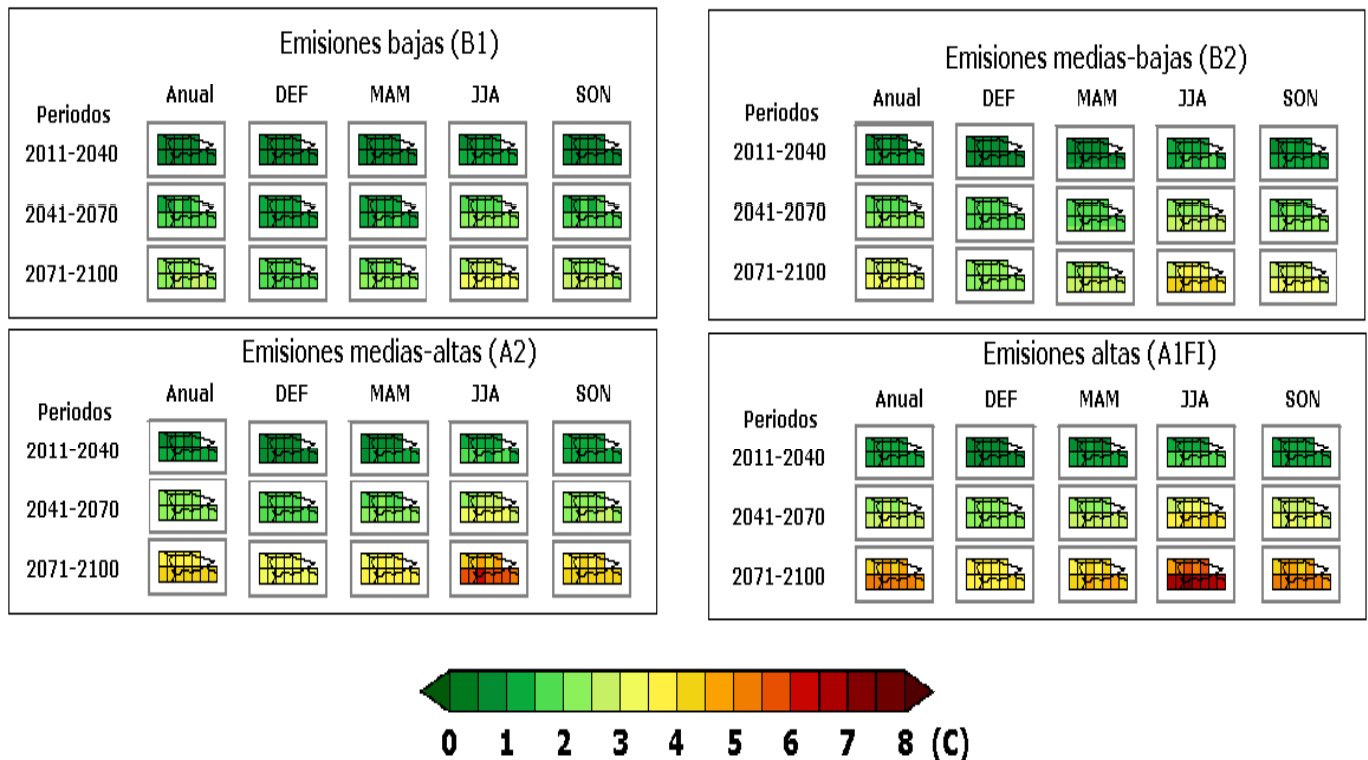
Los modelos regionales nos dan precisión suficiente en las predicciones, aportando detalles de interés para realizar una adaptación paulatina al cambio



Castro et al, 2005

¿Qué ha pasado en Asturias? ¿Qué se predice?

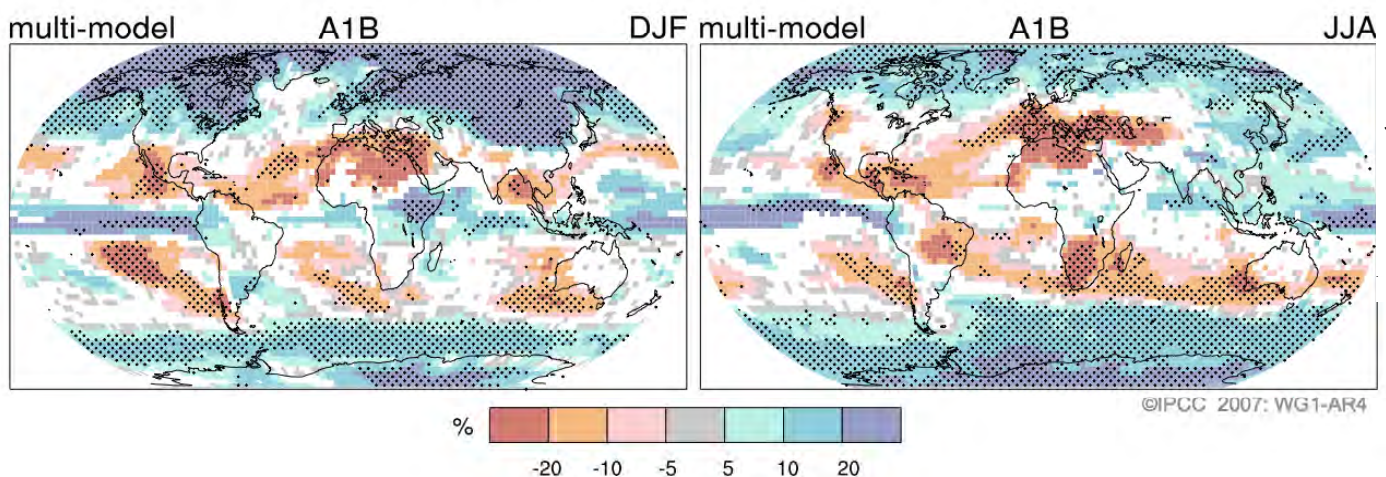
Proyecciones de los cambios del promedio anual y estacional de la temperatura superficial en cada periodo tridecenal del presente siglo con respecto al "clima actual" (1961-1990),

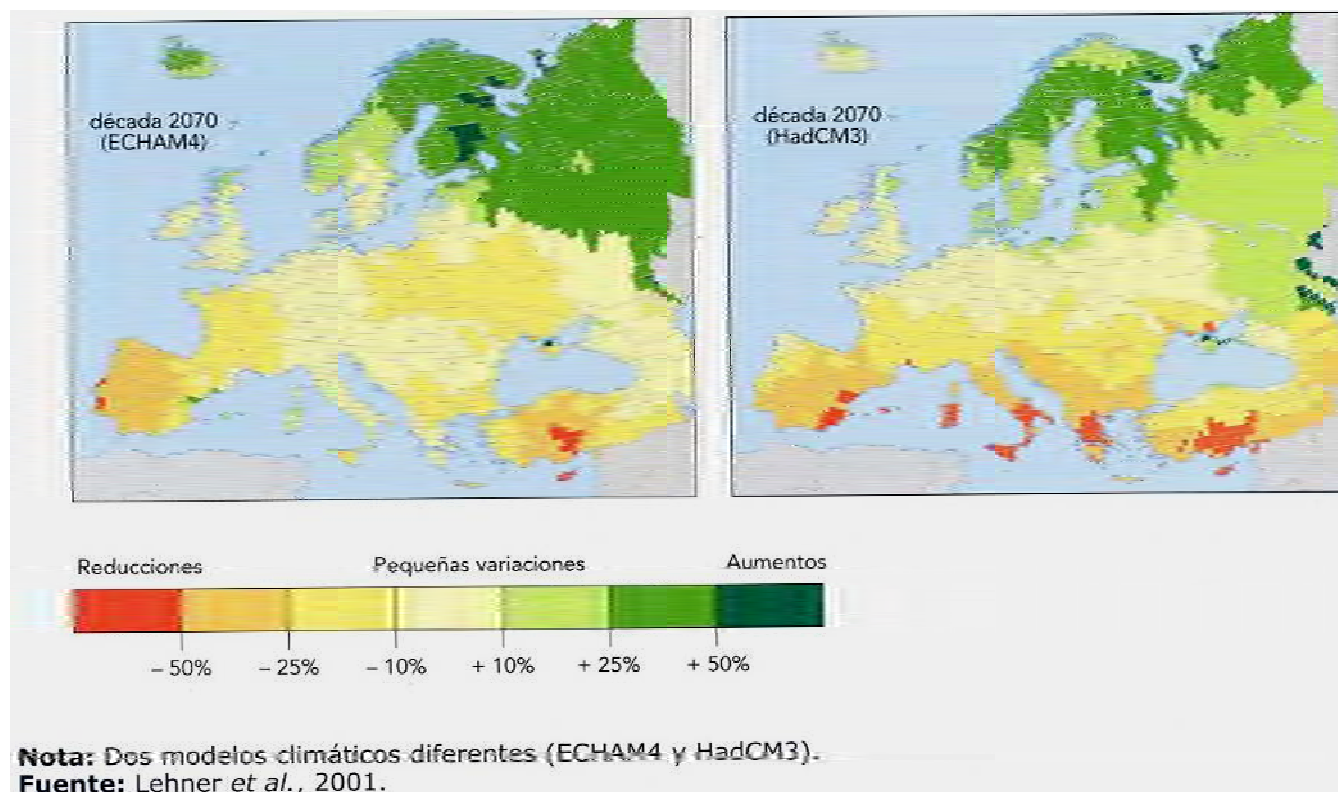


Castro, borrador 2008

Cambios relativos en la precipitación (en porcentaje) para el periodo 2090-2099, relativo a 1980-1999, Los valores son medias multi-modelo basados en el escenario SRES A1B para Diciembre a Febrero (izquierda) y Junio a Agosto (derecha), Áreas blancas cuando menos del 66% de los modelos concuerdan en el signo de cambio y áreas punteadas cuando más del 90% de los modelos concuerdan en el signo del cambio

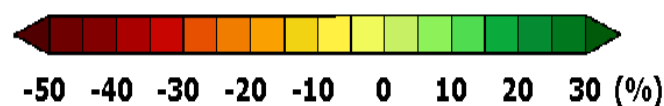
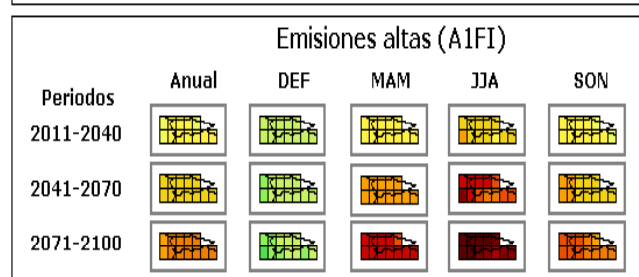
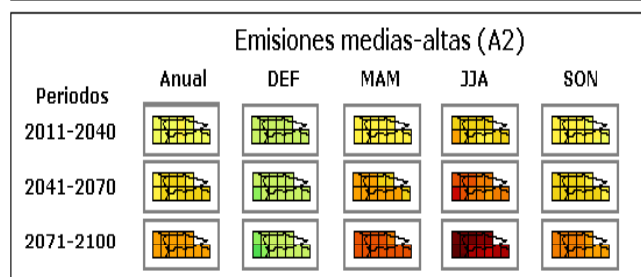
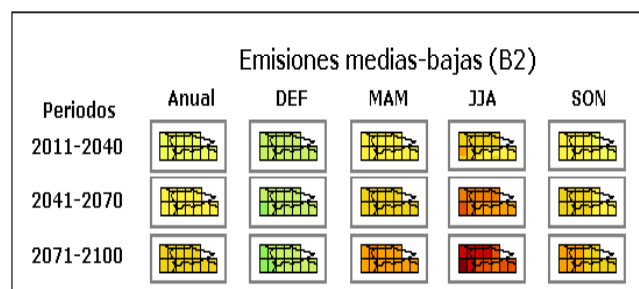
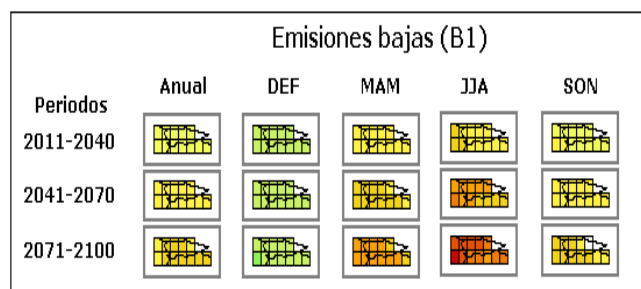
Patrones de cambio proyectados para la Precipitación

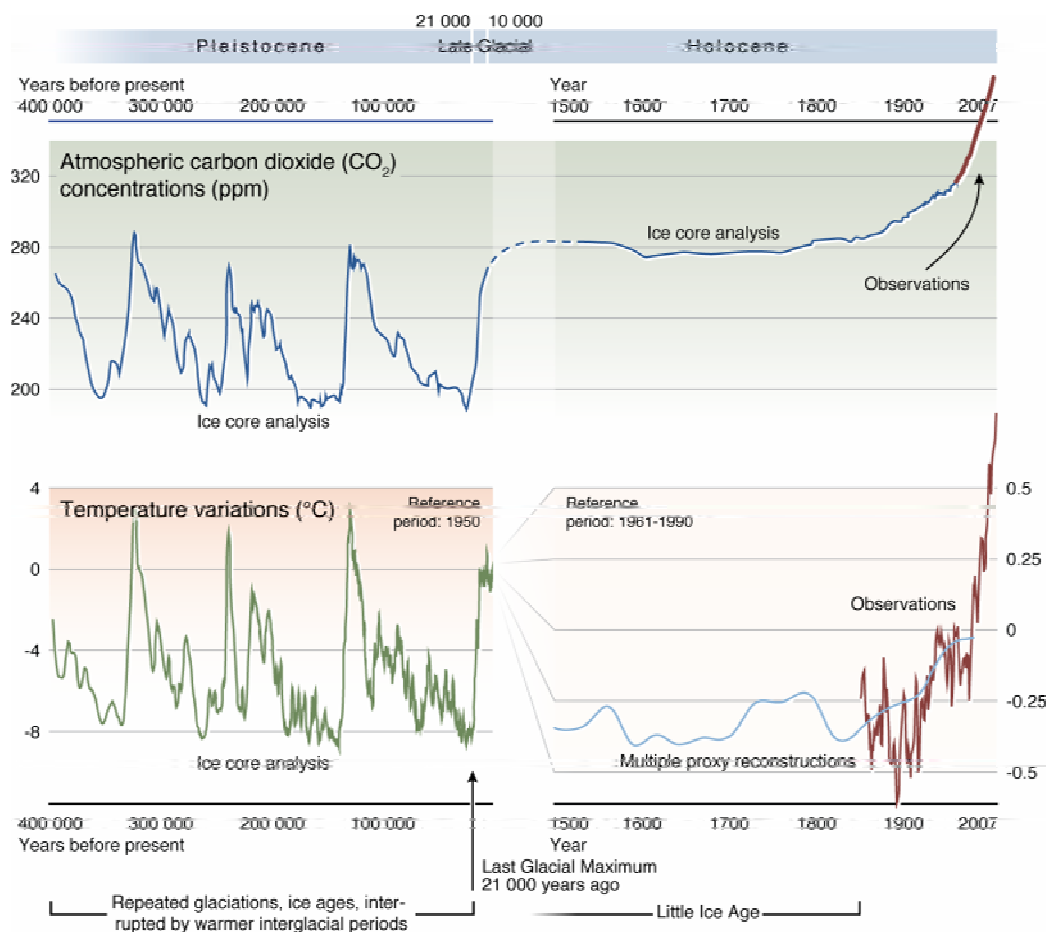




¿Qué ha pasado en Asturias? ¿Qué se predice?

Proyecciones de los cambios relativos (en %) del promedio anual y estacional de la precipitación en cada periodo tridecenal del presente siglo con respecto al "clima actual" (1961-1990), para cuatro posibles escenarios de emisiones (B1, B2, A2, A1)





La historia de los cambios de concentración de CO₂ y temperatura en los últimos 450000 años

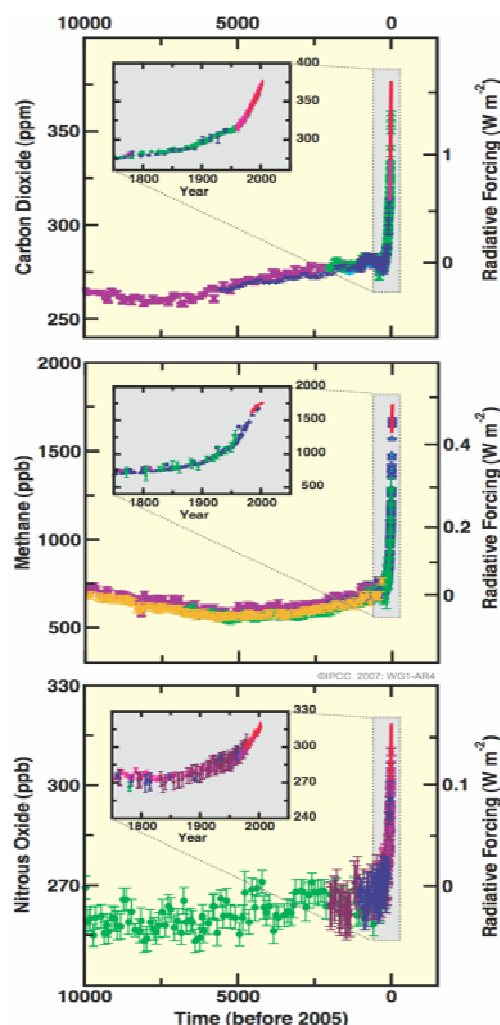
Cambios en Gases de Efecto Invernadero de testigos de hielo y datos modernos

Concentración atmosférica de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico en los últimos 10,000 años (paneles grandes) y desde 1750 (paneles interiores). Las medidas provienen de testigos del hielo (símbolos con colores diferentes de estudios distintos) y muestras atmosféricas (líneas rojas). Los correspondientes fuerzas radiativas se muestran en el eje derecho de los paneles.

Las concentraciones de CO₂, CH₄ y N₂O

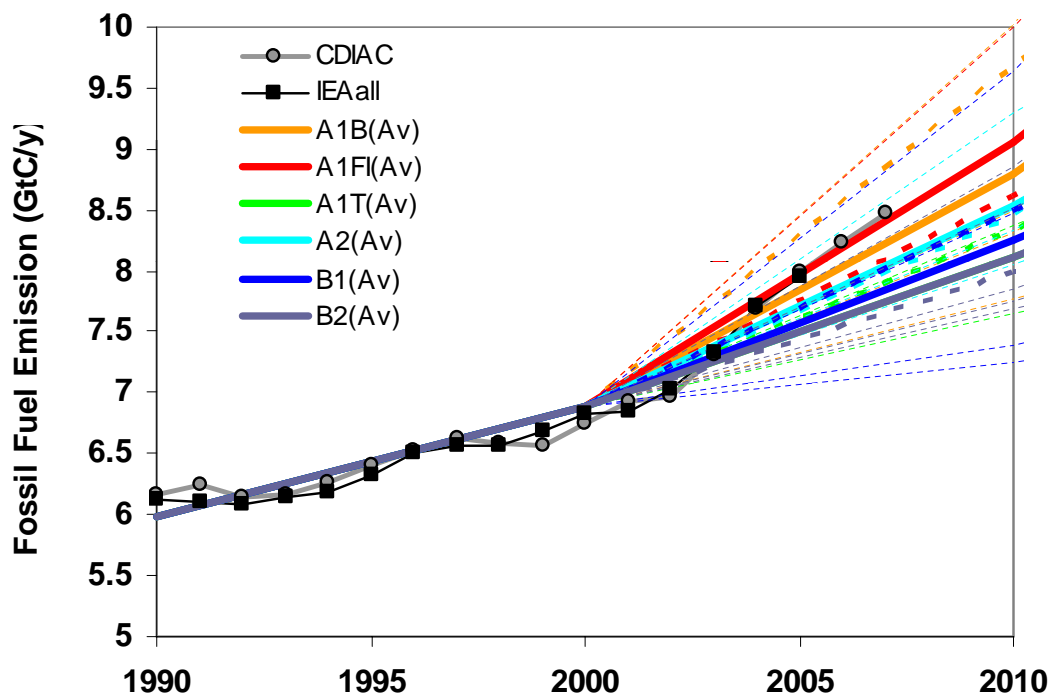
- Exceden mucho el valor pre-industrial
- Se incrementan de forma marcada desde 1850 debido a actividades humanas

Variación relativamente pequeña antes de la era industrial



¿Se acierta en las predicciones?

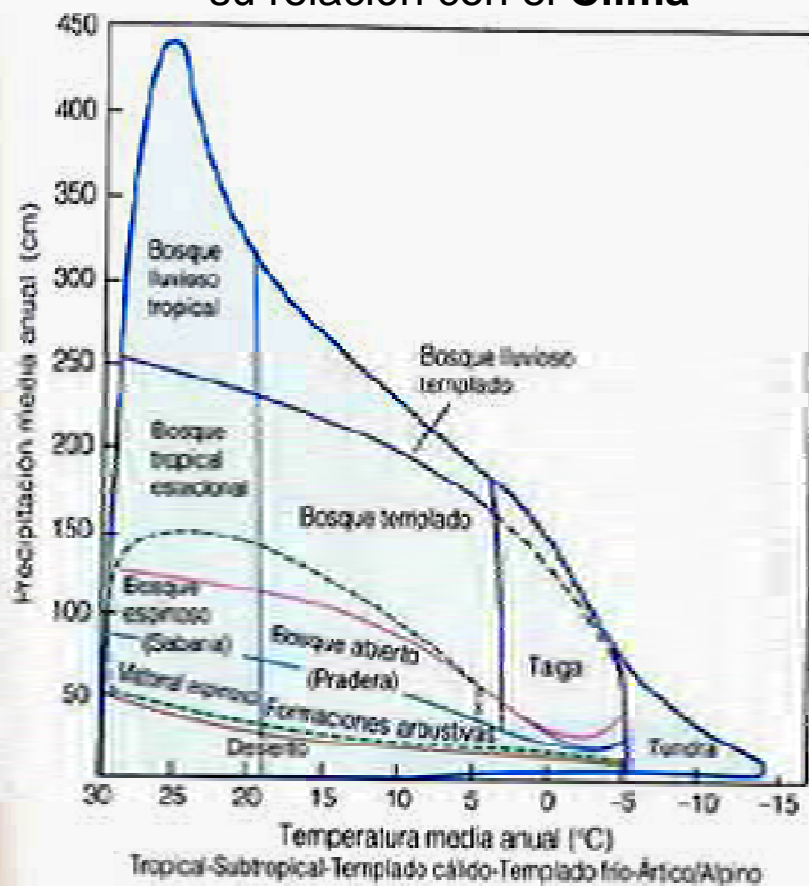
Trajectory of Global Fossil Fuel Emissions



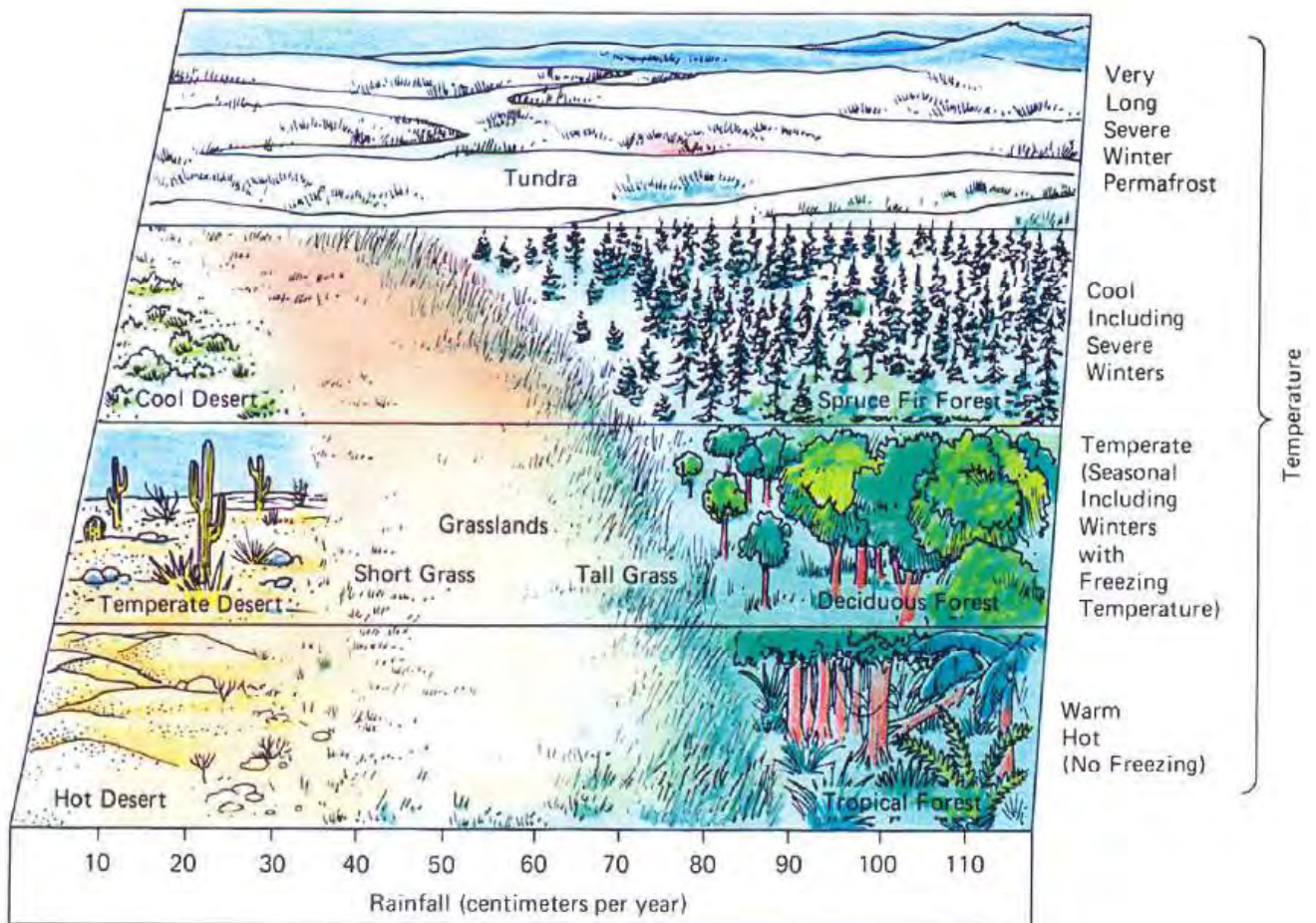
Last update: 23 October 2007

Raupach et al. 2007, PNAS

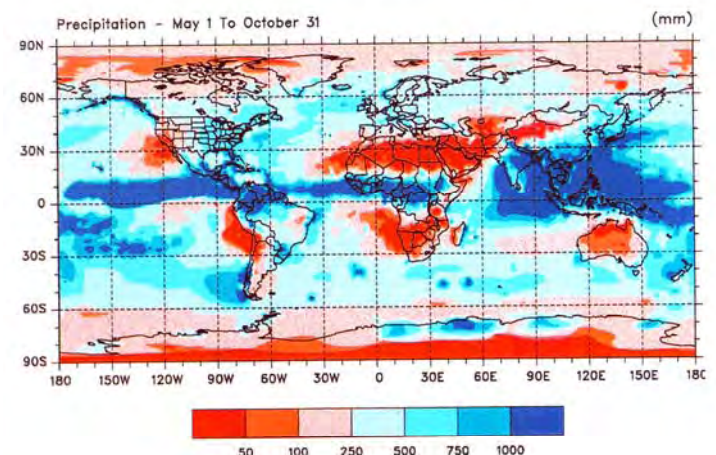
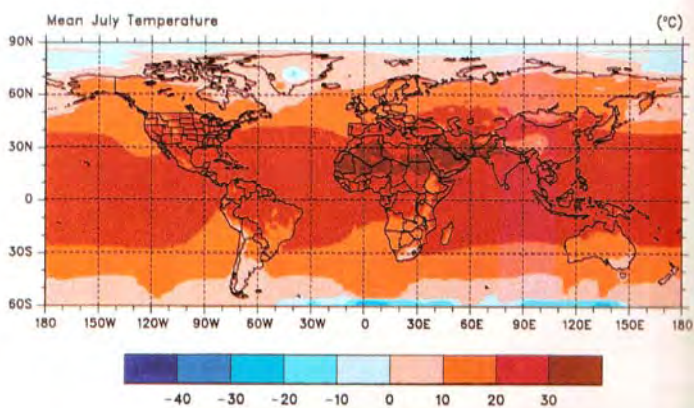
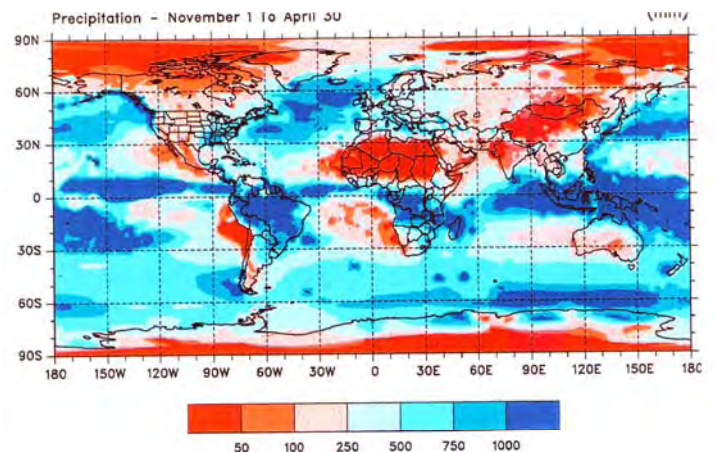
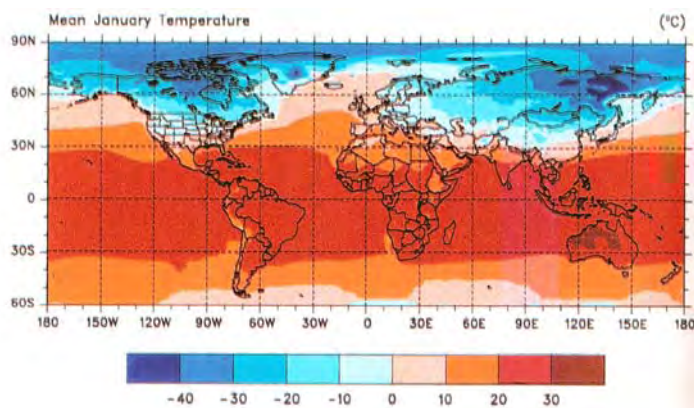
Los tipos de **Biomás** Terrestres y su relación con el **Clima**

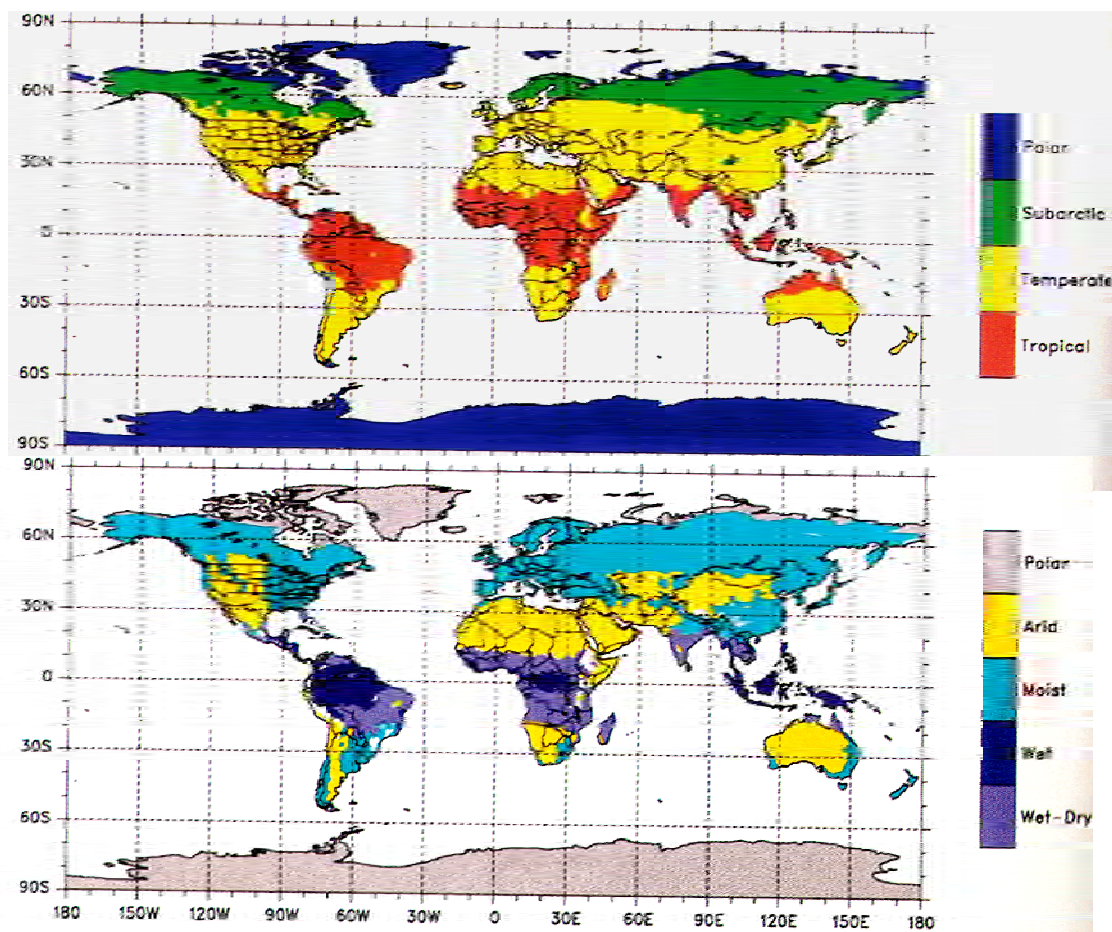


Tomado de Smith



Biomás Terrestres: Relación con temperatura y pluviosidad

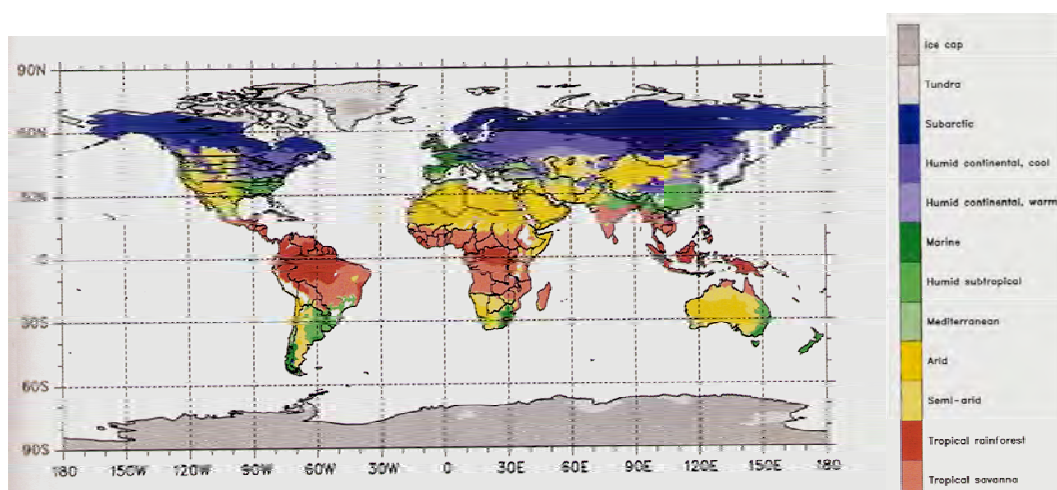




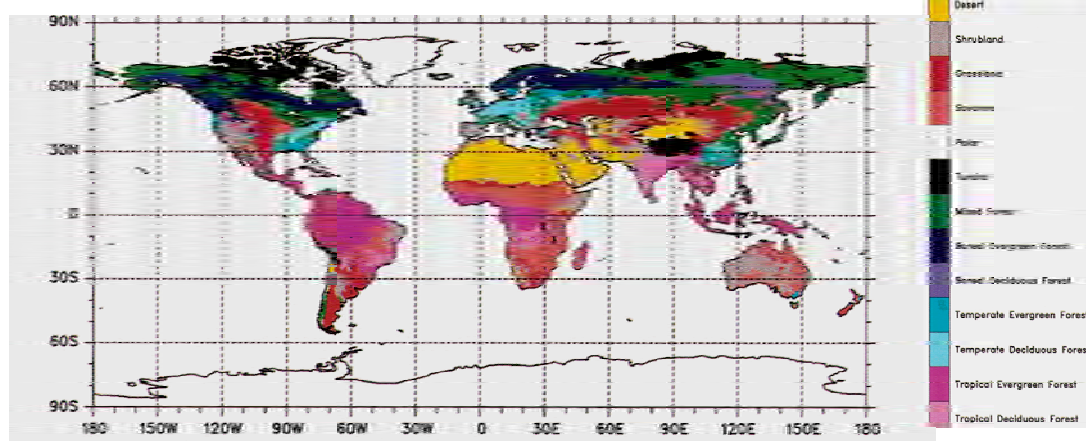
Clima
Temperatura

Clima
Humedad

Bonan, 2002



Principales
zonas
climáticas de la
Tierra

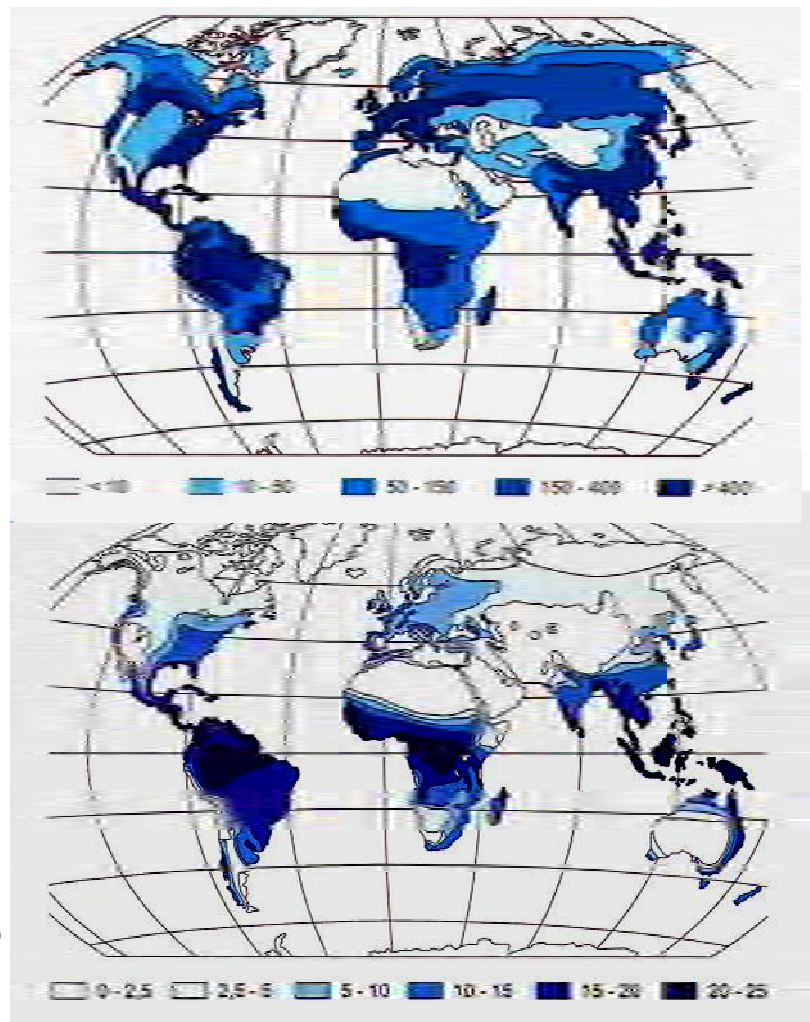


Vegetación
Natural antes
del uso
humano de la
tierra

Bonan, 2002

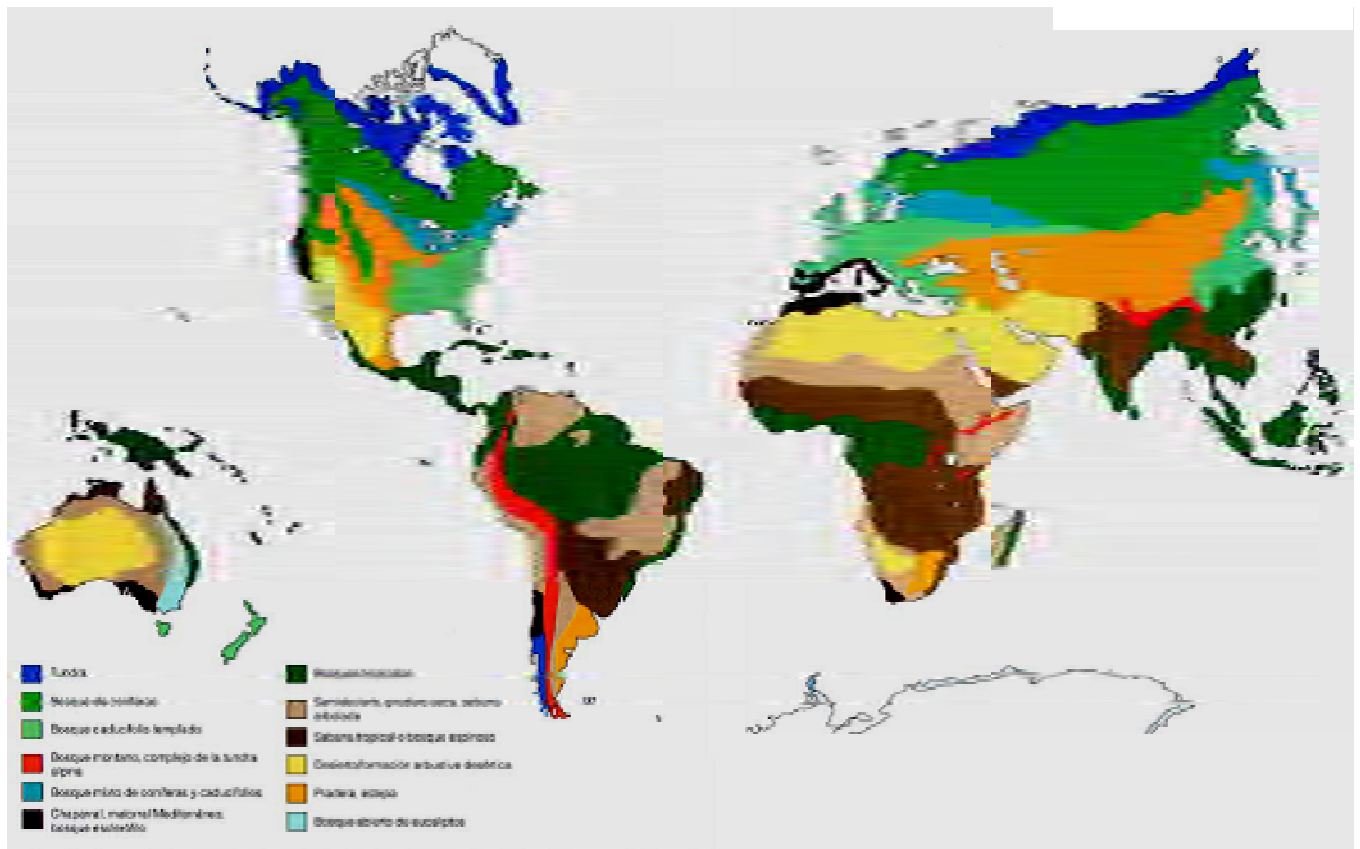
La Producción Primaria y la Biomasa vegetal presentaban una buena relación con el clima y los Biomas

Distribución Global de la Biomasa Aérea y Subterránea
Toneladas de materia seca / Hectárea



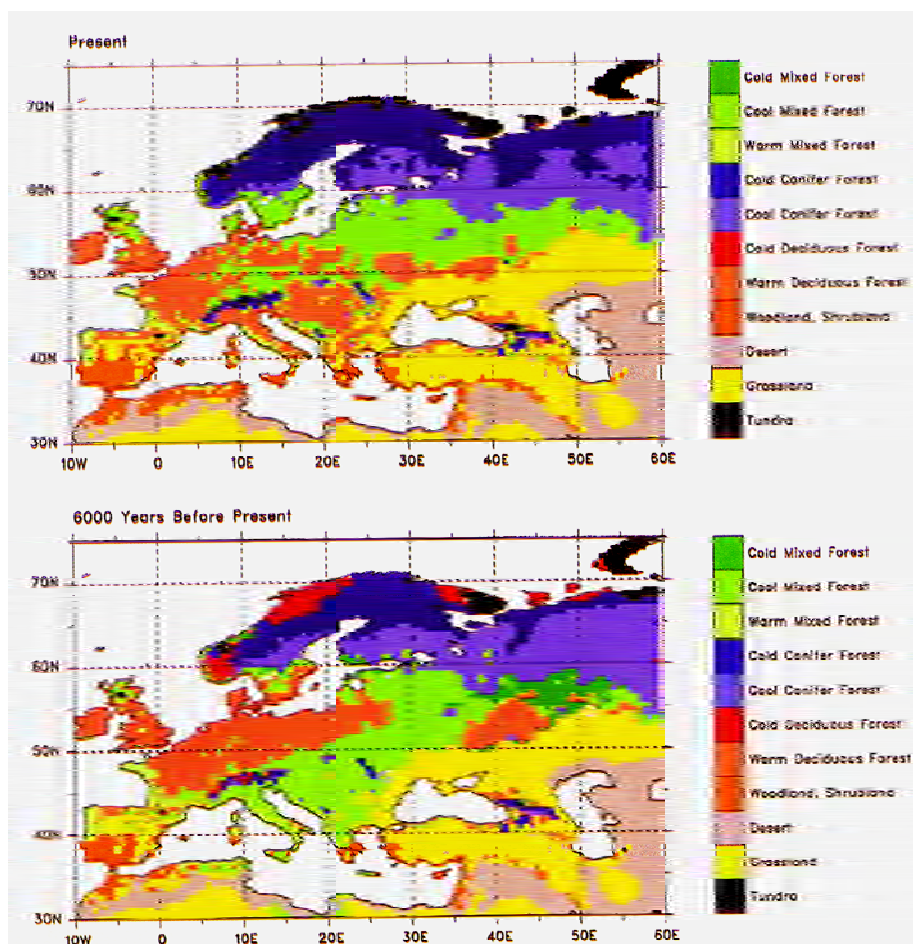
Distribución Global de la Producción Primaria Neta
Toneladas de materia seca / Hectárea y Año

Bonan, 2002



Distribución Geográfica de los Biomas Terrestres

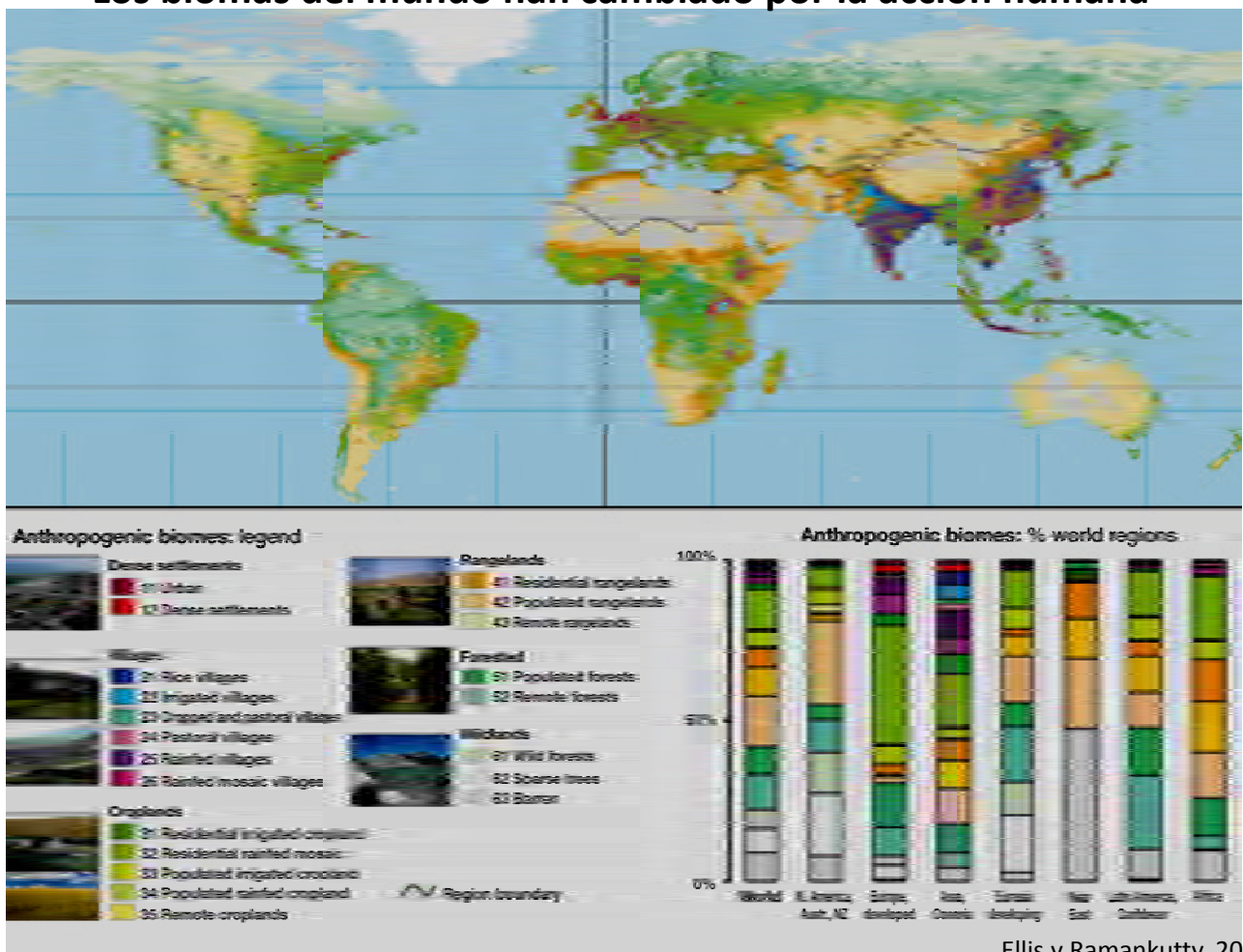
Tomado de Krebs



Cambios en la Vegetación Natural en Europa basados en datos polínicos.
No todos los cambios han de ser achacados a la actividad humana

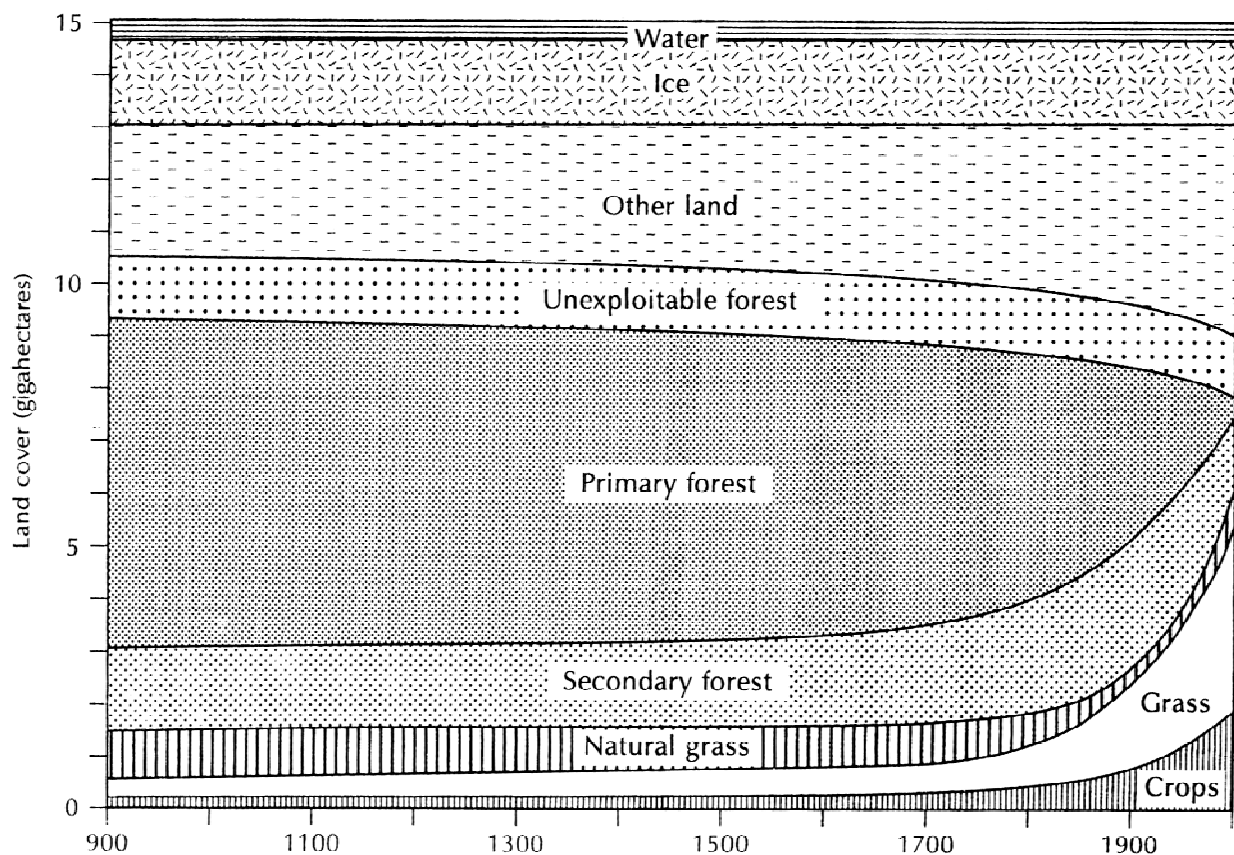
Bonan, 2002

Los biomas del mundo han cambiado por la acción humana

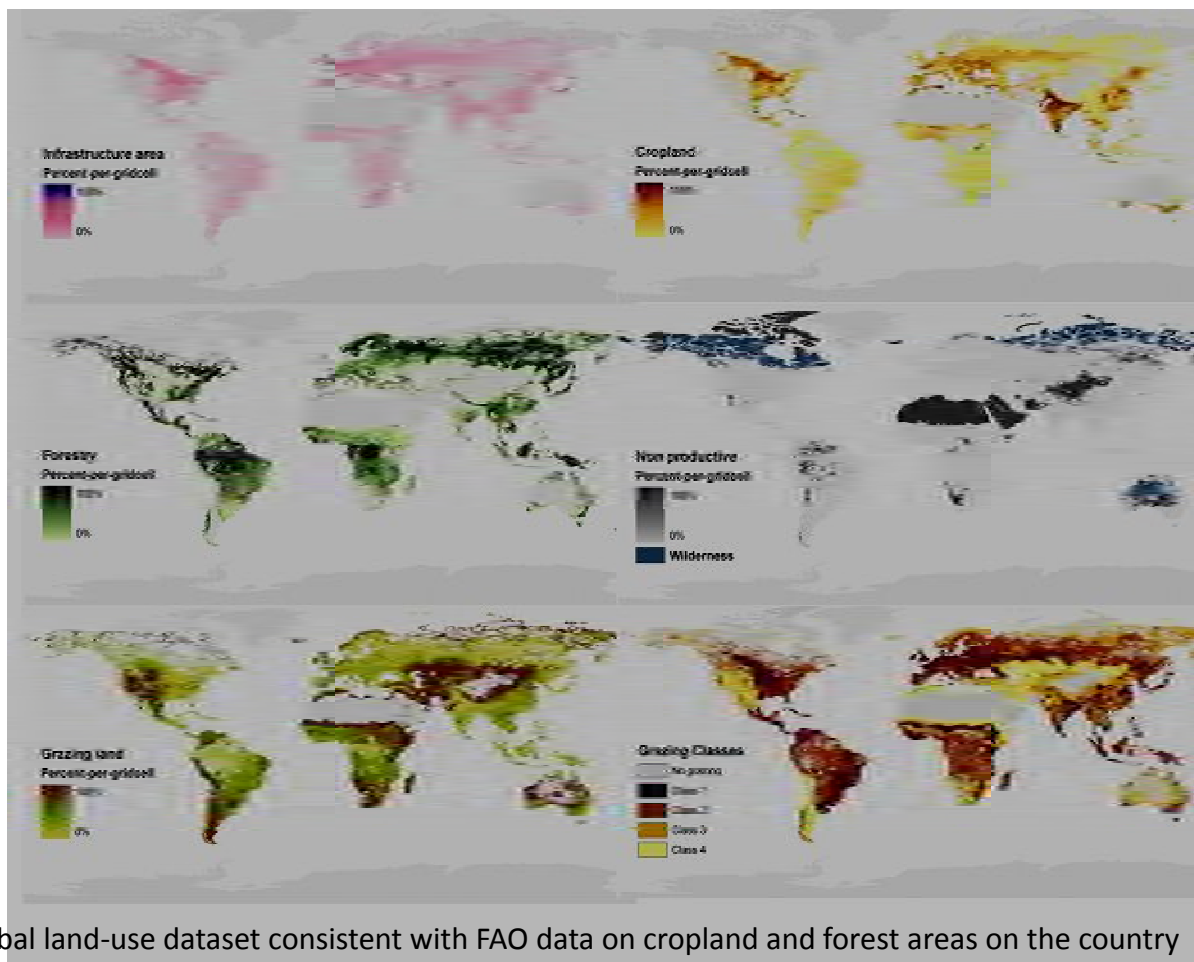


Ellis y Ramankutty, 2008

La cubierta vegetal de la Tierra se ha modificado debido a la actividad humana. El cambio de usos de la Tierra, o la explotación excesiva de recursos en el Océano puede afectar a la Biodiversidad en el Planeta

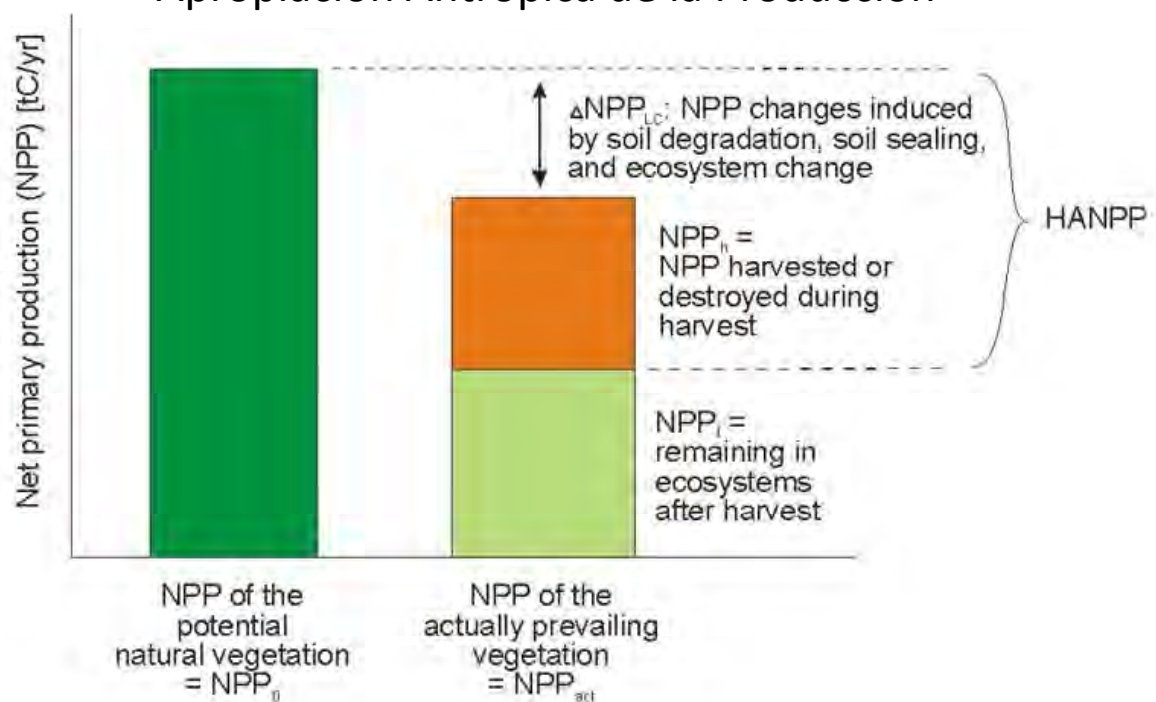


Extensión de la cobertura urbana en el Sudeste de Asia en 1995, tal como la definió el programa *Global Rural/Urban Mapping*. Se muestran los límites de los países, y las zonas urbanas en rojo sobre un foto de satélite en color verdadero



A global land-use dataset consistent with FAO data on cropland and forest areas on the country level. (Source: Erb et al., 2007. Data can be downloaded from the Institute for Social Ecology.)

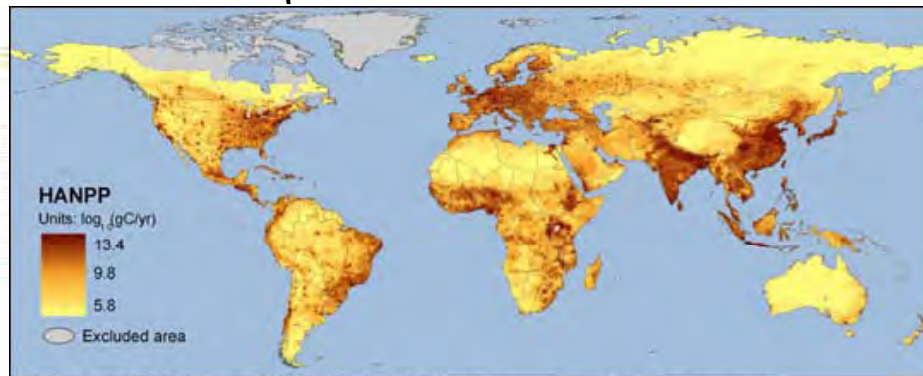
Los Materiales Producidos (PPN) pueden circular por los ecosistemas, acumularse, o pasar a los Humanos: Es la Apropiación Antrópica de la Producción



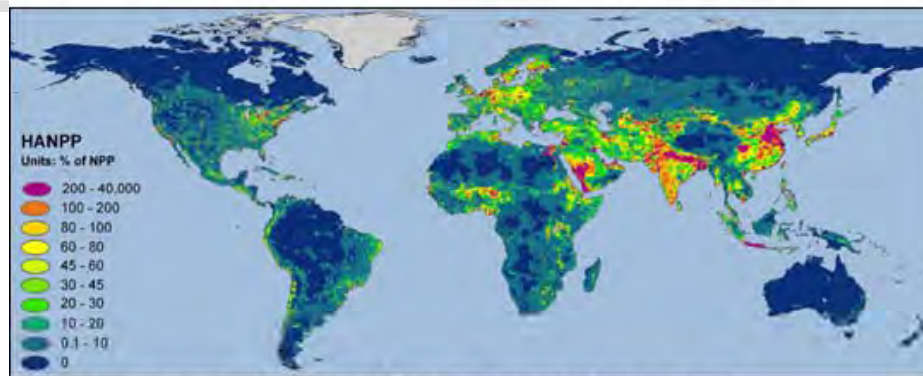
PPN= Producción Primaria Neta
Net Primary Production

Distribución espacial de la PPN apropiada por las poblaciones humanas

Imhoff et al, Nature, 2004



Human Appropriation of Net Primary Production (grams of carbon per year)

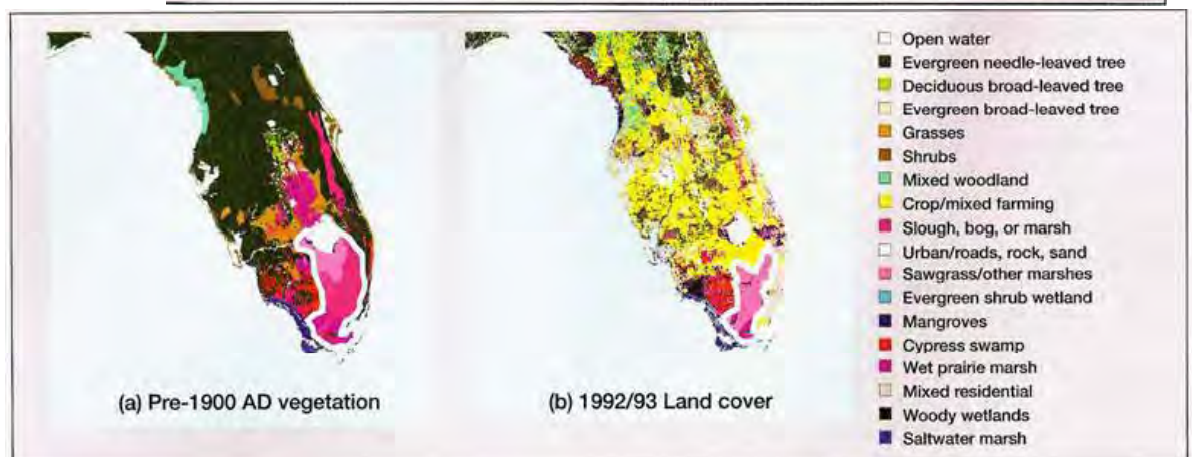
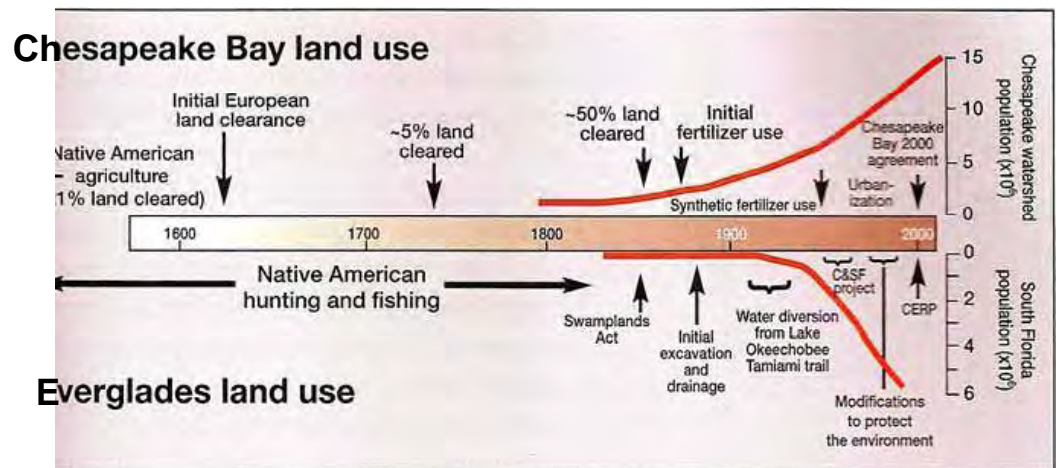


Human Appropriation of Net Primary Production (percent of local NPP)

Medida como *Human appropriation de la PPNeta a*, HANPP y *b*, HANPP como porcentaje de la NPP local. Ambos mapas usan estimas intermedias de HANPP; en unidades de carbono

El cambio del uso de la Tierra se Asocia a cambios en la Densidad de Población y de las tecnologías aplicables

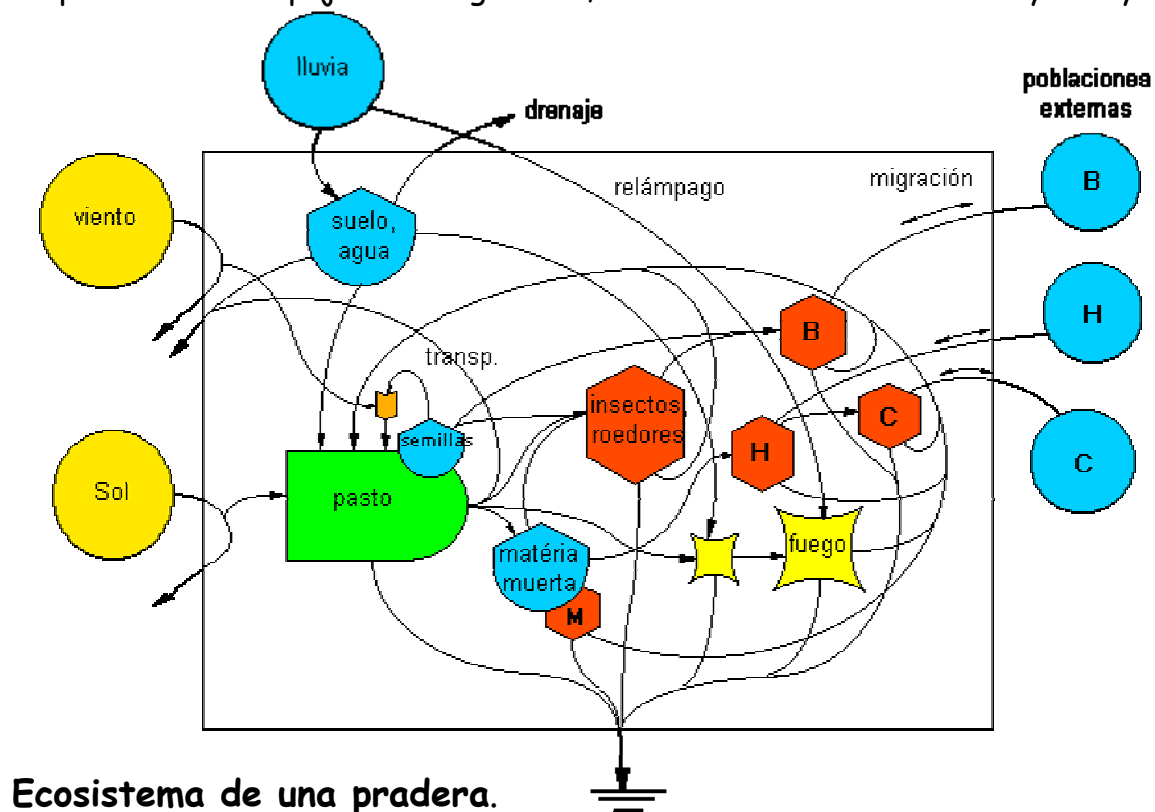
Ocupación de dos zonas de Estados Unidos, con indicación de los principales cambios tecnológicos y evolución de la población



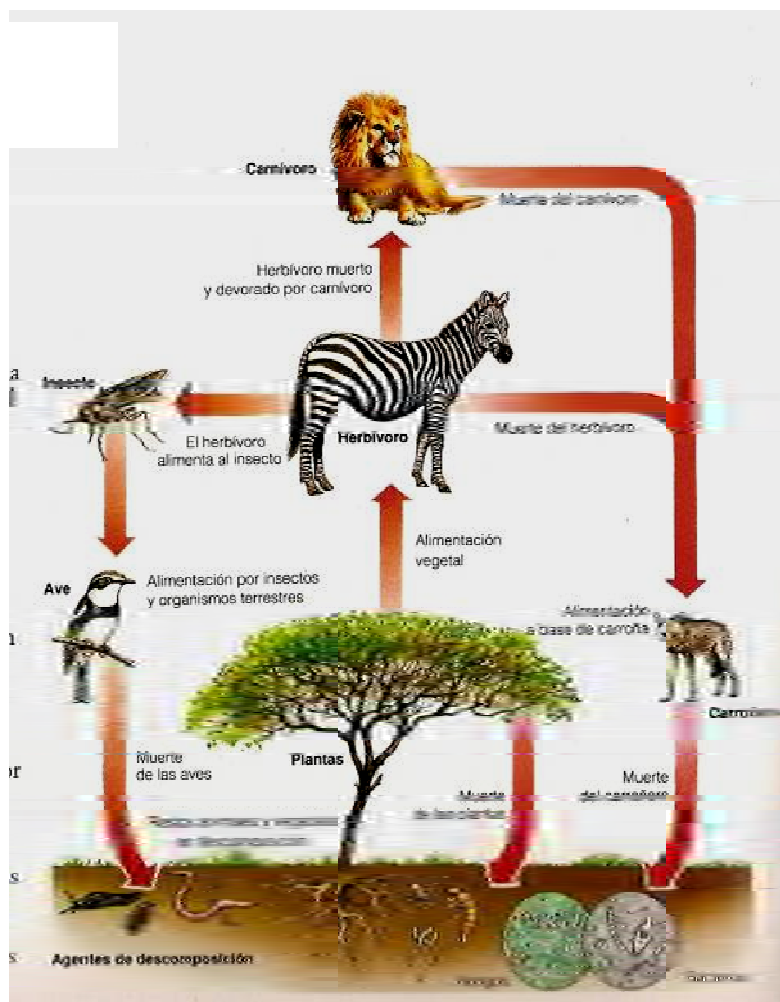
Willard y Cronin, 2007

Un ecosistema es un entramado de especies que interactúan entre ellas en algún lugar de la Tierra

H= manadas de herbívoros de gran porte tal como el bisonte; M = microorganismos descomponedores; B = pájaros inmigrantes, C = carnívoros tales como coyotes y lobos.



Ecosistema de una pradera.

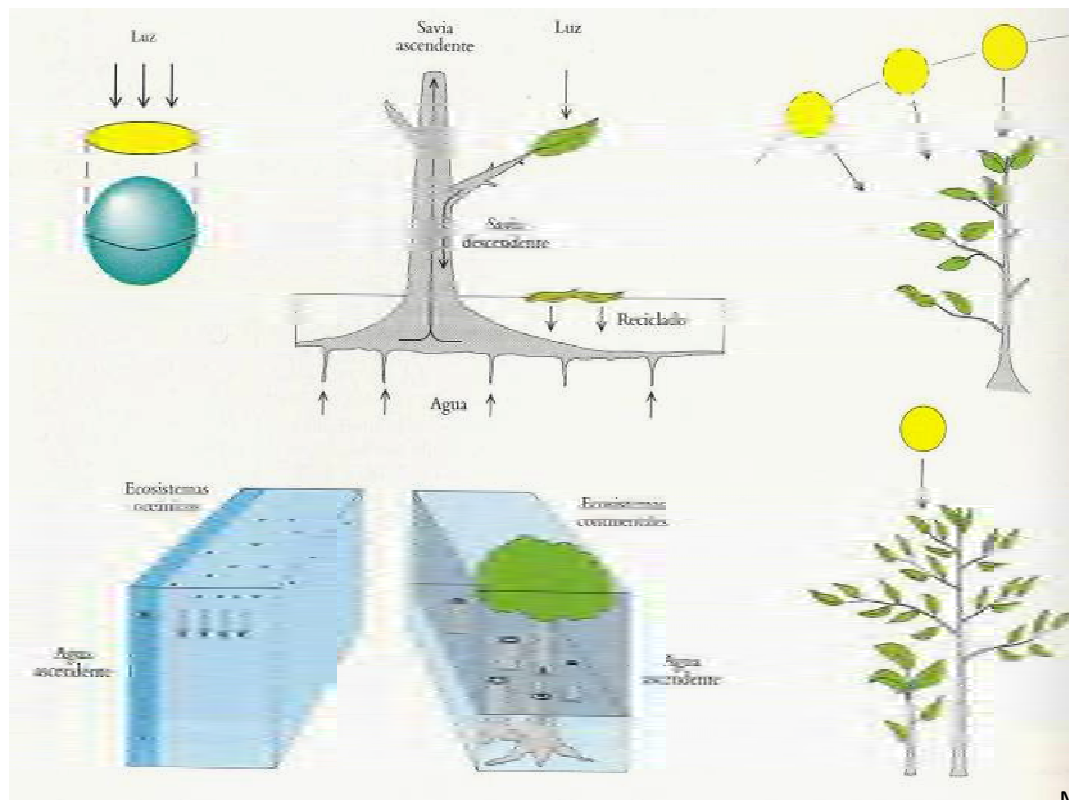


La Energía se transfiere y disipa a través de las redes tróficas. Se puede acumular como Materiales Orgánicos

La transferencia de materiales entre los distintos componentes y su reciclado persisten gracias al trabajo metabólico realizado mediante energía fotoquímica.

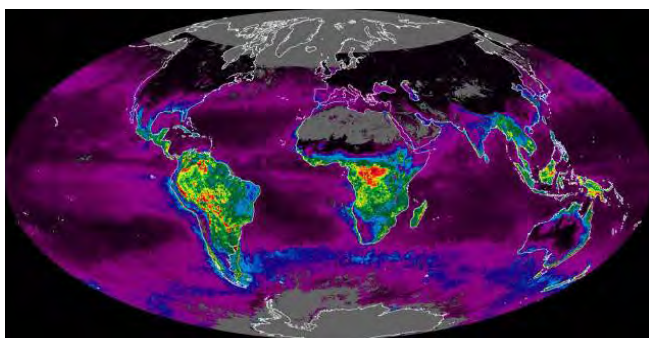
Puede ser alterado si cambian el ambiente. Cambio Climático p.e.

El fundamento de la mayor parte de los procesos vitales depende de la fotosíntesis, y del control que los ecosistemas pueden realizar sobre los elementos nutritivos

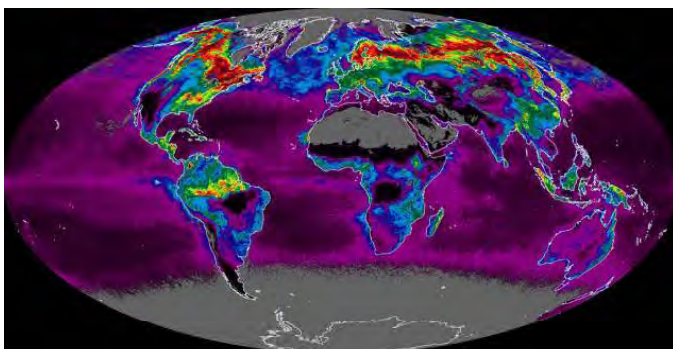


La transformación de Materiales Inorgánicos en Biomasa es el proceso básico en el flujo de energía de los Ecosistemas:

La Producción Primaria

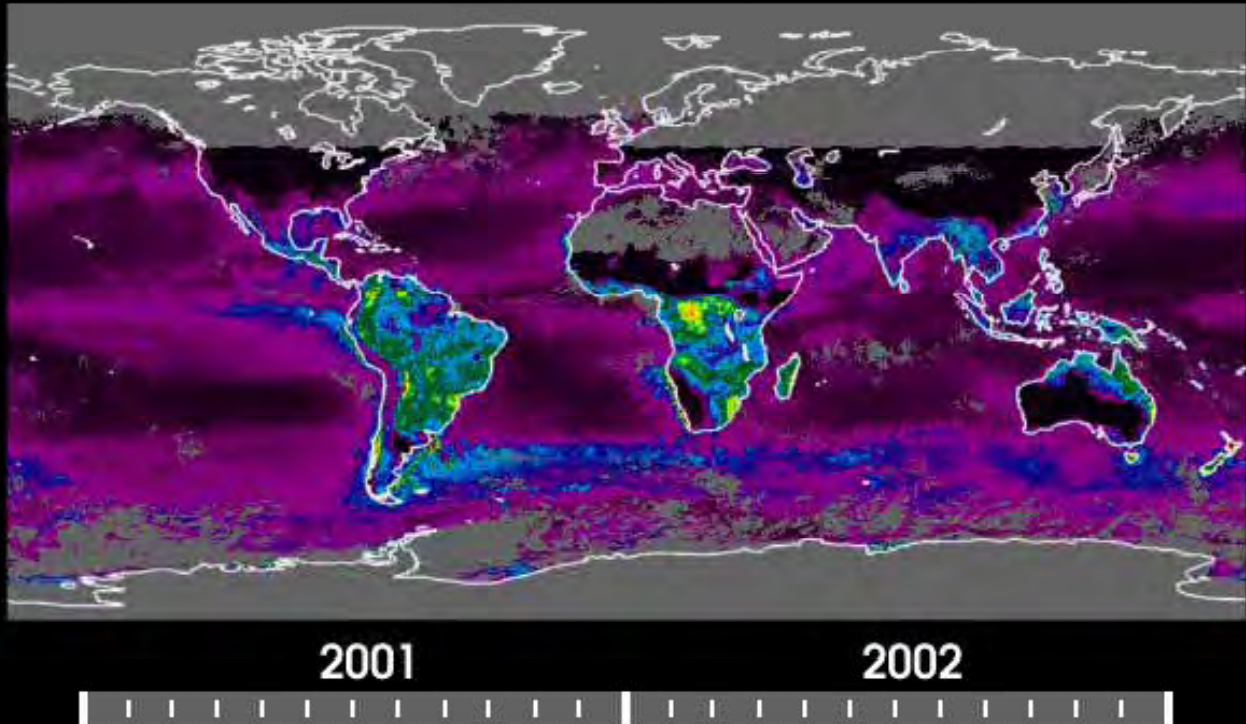


Verano Hemisferio Sur

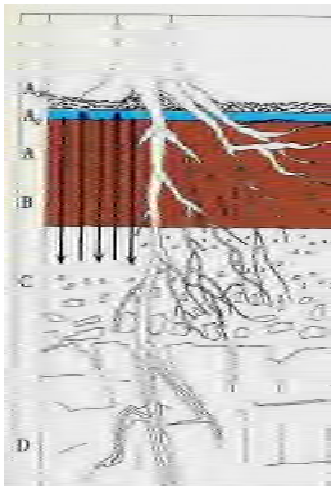


Verano Hemisferio Norte

La Producción Primaria presenta Ciclos Naturales variables con la latitud y la posición geográfica. Las variaciones estacionales tienen una relación directa con la estructura de la vegetación y el clima



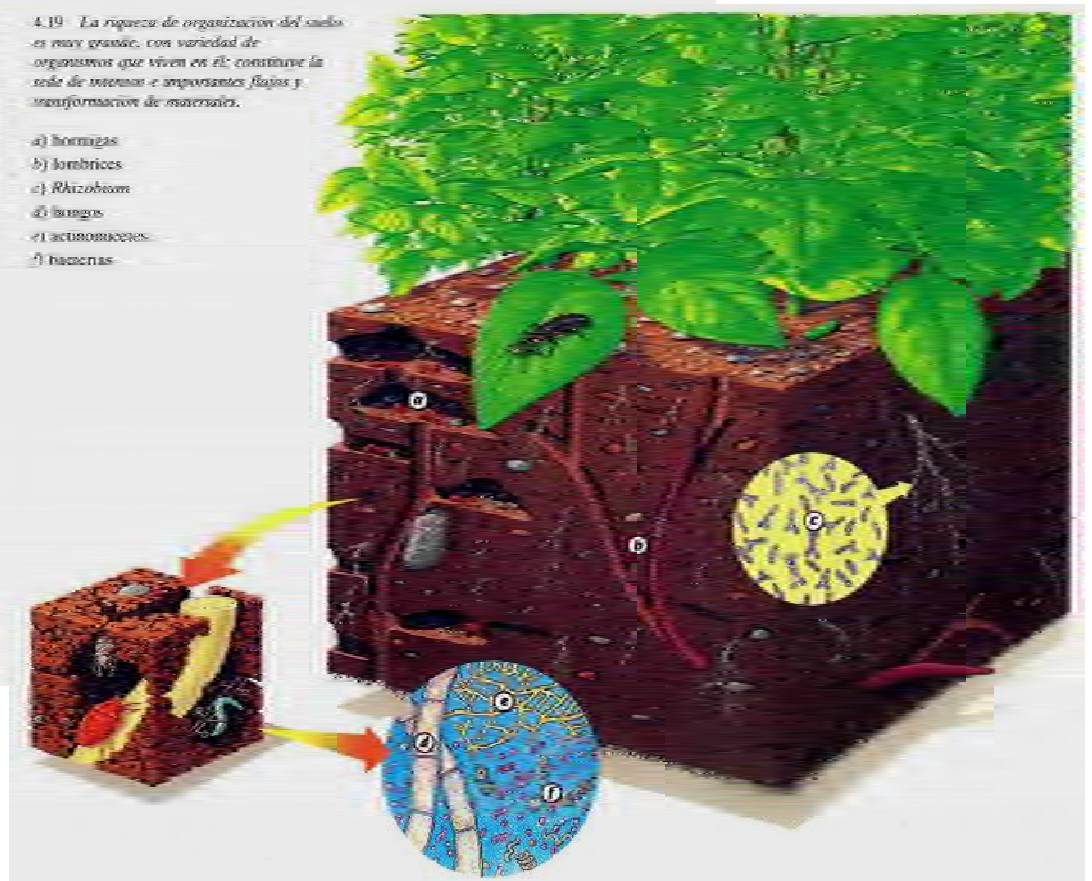
Los suelos son un componente fundamental de los ecosistemas terrestres. Retienen agua y nutrientes, y reciclan muchos de los materiales orgánicos que reciben de la vegetación

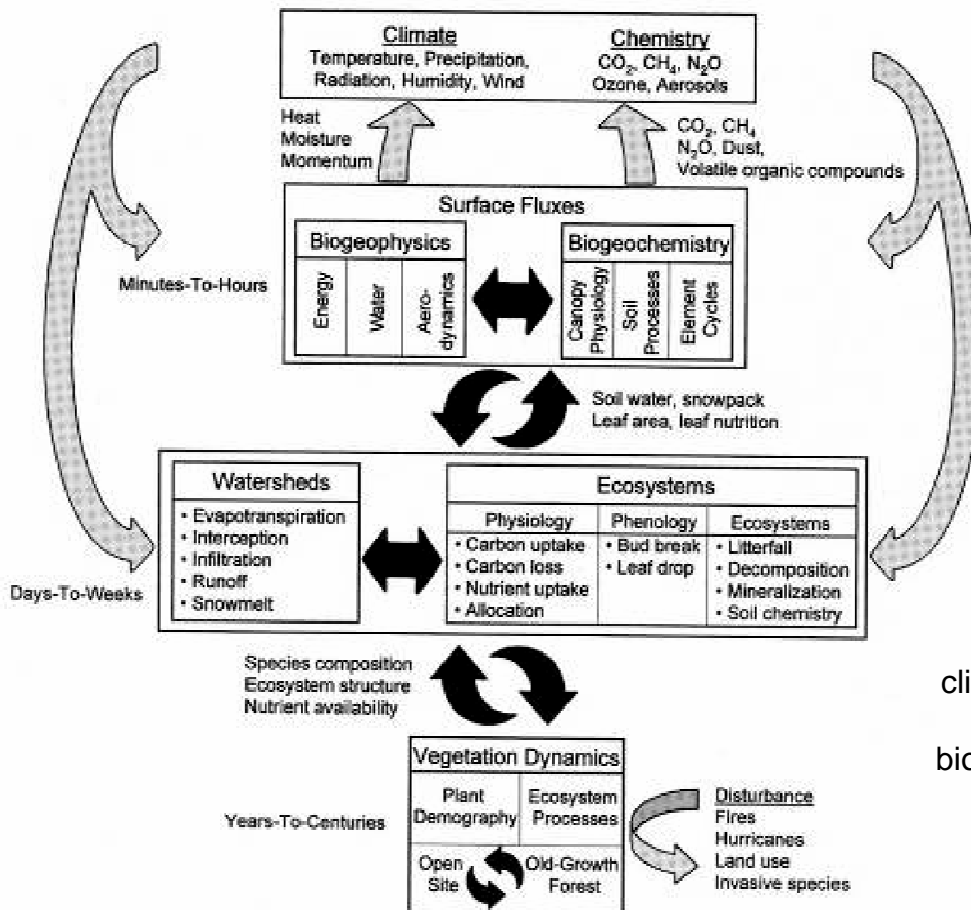


4.18 Esquema de la organización general de un suelo (izquierda). Según el grado de avance de la sucesión y de madurez creciente del suelo, éste se diferencia más o menos, apareciendo, por ejemplo, una capa de acumulación (B).

4.19 La riqueza de organización del suelo es muy grande, con variedad de organismos que viven en él; constituye la red de interacción e importantes flujos y transformación de materiales.

- a) hongos
- b) lombrices
- c) Rizobium
- d) hongos
- e) actinomicetos
- f) bacterias



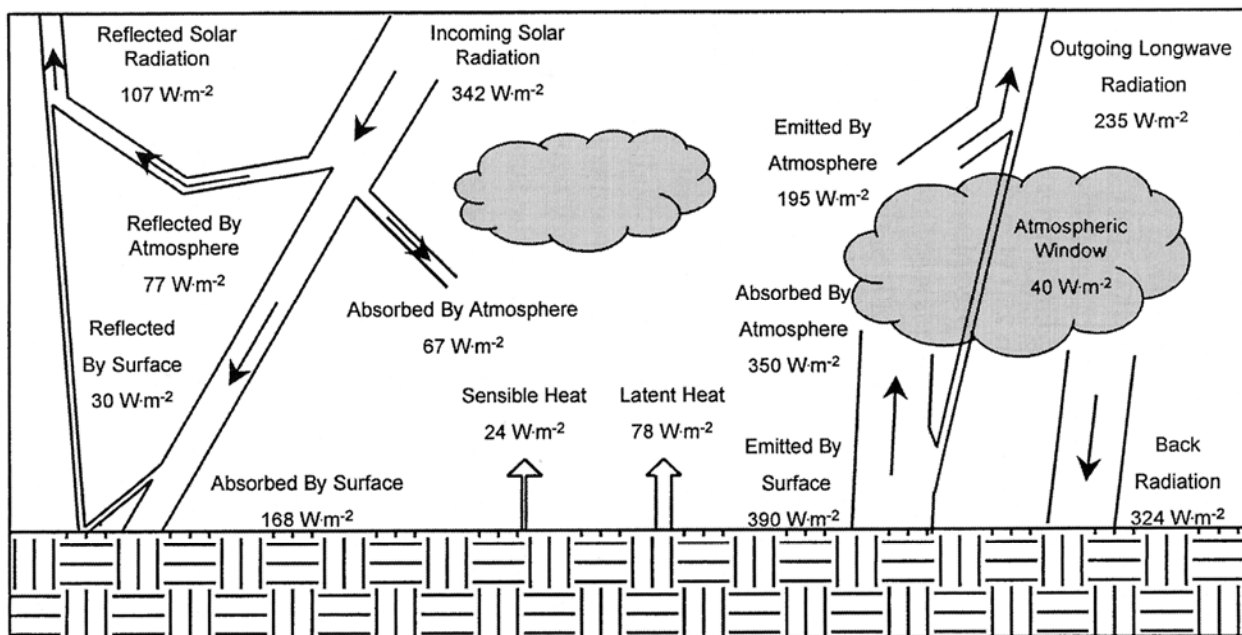


Cada ecosistema depende en su estructura y dinámica de las especies constituyentes, las condiciones ambientales y las perturbaciones naturales

Enfoque generalista de la climatología ecológica mostrando los procesos biogeofísicos y biogeoquímicos por los cuales los paisajes terrestres afectan a la meteorología y el clima

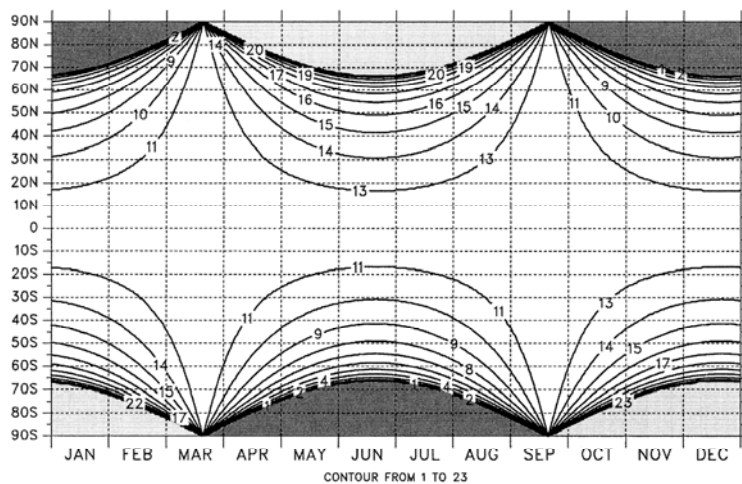
Bonan, 2002

La base de los ecosistemas es la radiación, y esta al ser un proceso astronómico no debe modificarse

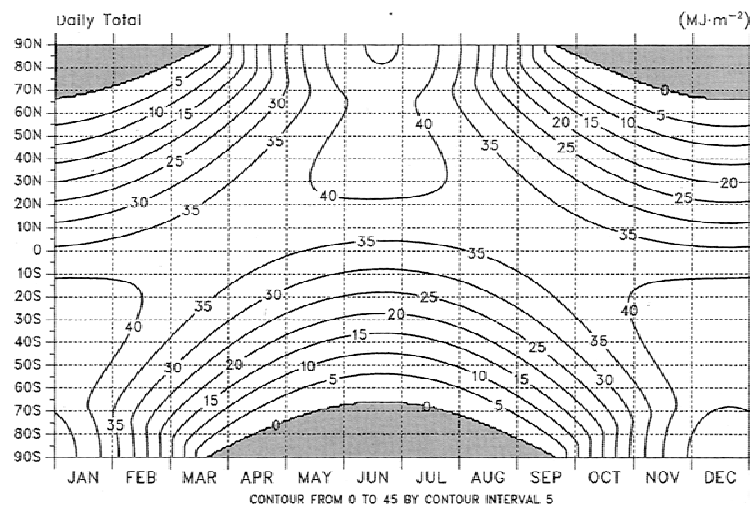


Presupuesto energético medio anual global de la Tierra mostrando el radiación solar, izquierda, flujos de calor sensible y latente, mitad, y radiación de onda larga, derecha (Kiehl y Trenberth, 1997)

Bonan, 2002

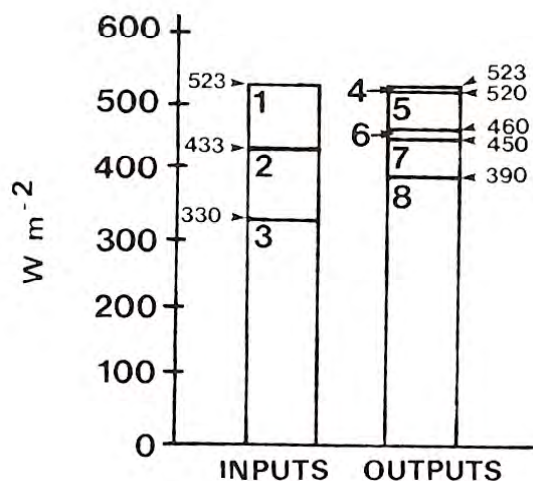


Longitud del día en función de la latitud y día del año. Sombreado oscuro cuando el Sol nunca sale, y sombreado claro cuando el Sol esta encima del horizonte durante las 24 horas



Radiación solar diaria en la alta atmósfera en relación a la latitud y día del año. Unidades en Mj por metro cuadrado

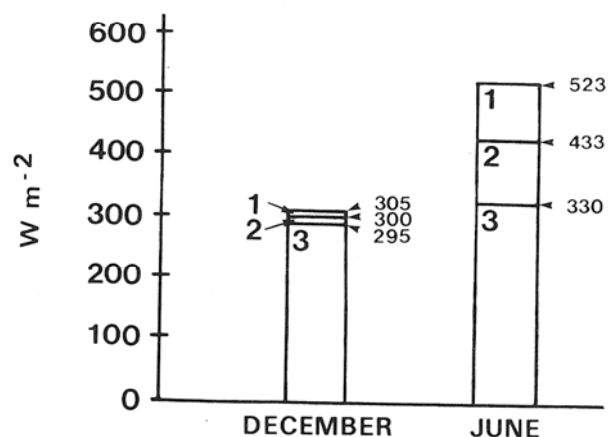
Bonan, 2002



Entradas y salidas de Energía en un ecosistema de pradera en Dinamarca

1. PAR absorbido
2. Radiación no fotosintéticamente activa absorbida
3. Radiación longitud onda larga absorbida
4. Energía fotosintética neta convertida por las plantas
5. Evapotranspiración o calor latente convertido por las plantas
6. Calor absorbido en 24-h desde las plantas al suelo
7. Flujo neto de calor sensible desde las plantas en el aire
8. Radiación longitud onda larga emitida por las plantas

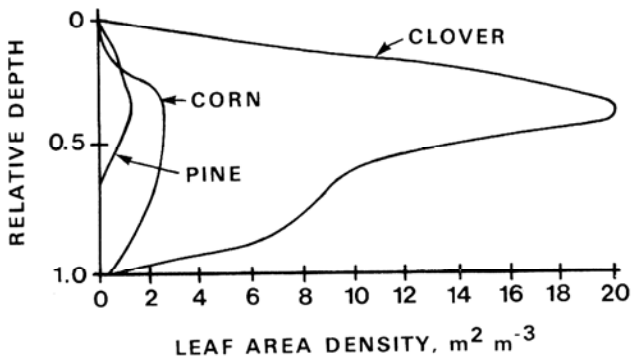
El balance en Ecosistemas particulares no debe ser alterado por la propia radiación, pero puede serlo por los otros factores implicados en la PPneta



Entradas de Energía en Diciembre y Junio en un ecosistema de pradera en Dinamarca

Miller, 1981

La captura de Energía y su transformación a biomasa y la Respiración depende de la densidad foliar de la vegetación, y de su disposición



Perfiles de superficie de hoja, normalizados a la profundidad relativa. El área total de los tres ecosistemas fueron: 4, 4,5 y 6,2 m²; su profundidad fue: 0,5, 2,8 y 6,5 m

Receipts of Direct Solar Radiation on Foliage of Leaves of Different Inclinations^{a,b}

Solstice		Horizontal (W m ⁻²)	Vertical (W m ⁻²)
Winter			
Leaf-area index	1	71	150
	3	107	198
Summer			
Leaf-area index	1	230	215
	3	348	380

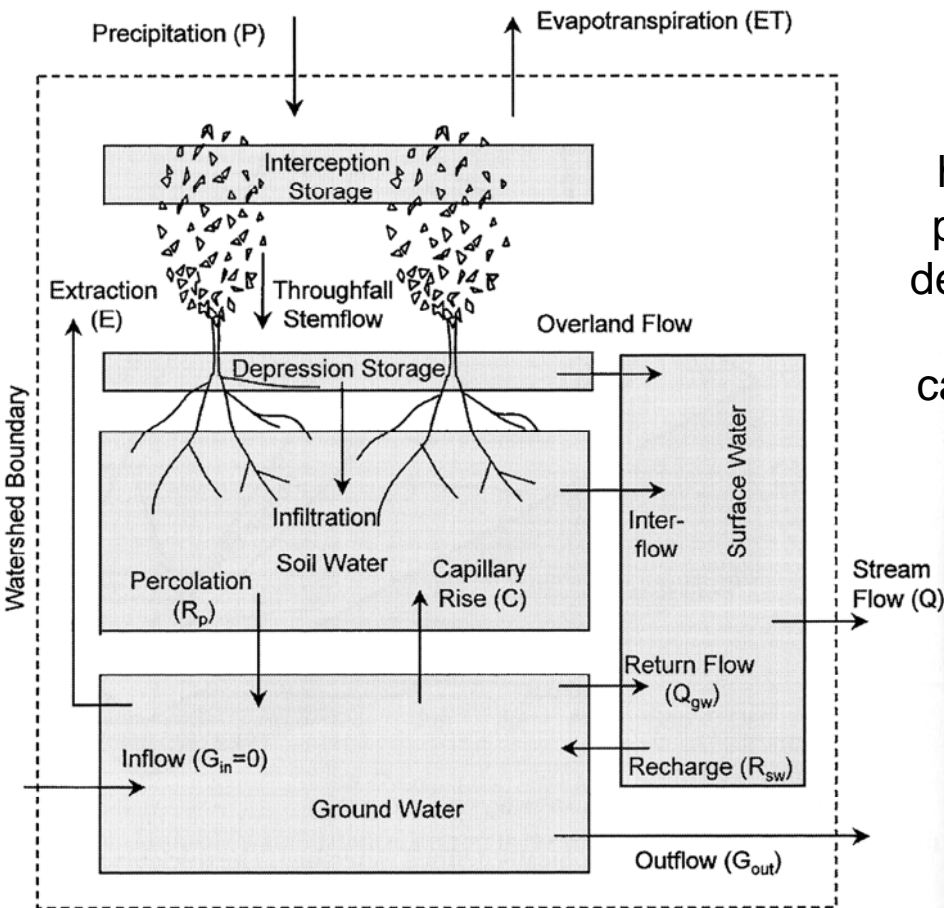
^a Latitude 35°S.
^b Data from Anderson and Denmead (1969).

Mass Transformation in Photosynthesis and Respiration of Wheat^a

Leaf-area index (LAI)	In photosynthesis	In respiration
2	2.5	0.9
6	4.0	1.2
10	4.5	1.3

^a Data from Evans *et al.*, 1975, p. 112. Data given in grams per square meter per hour.

Miller, 1981



Overall Water Balance: $\Delta S = P - (ET + Q + G_{out})$
Ground Water Balance: $\Delta S_{gw} = R_p + R_{sw} - (C + Q_{gw} + G_{out}) - E$

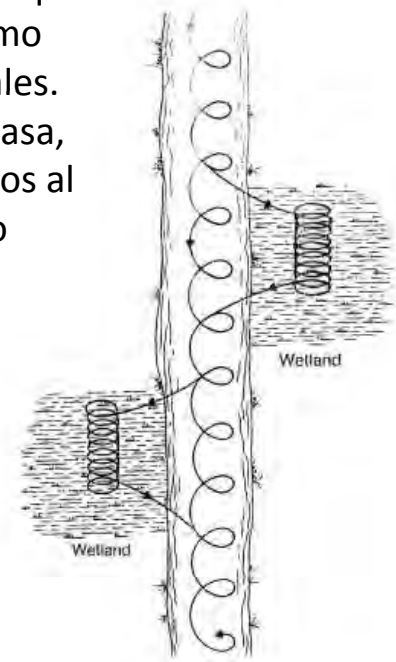
La disponibilidad hídrica es un factor primordial en el tipo de ecosistema que se instaura y de su capacidad productiva, como función asintotizante

Bonan, 2002

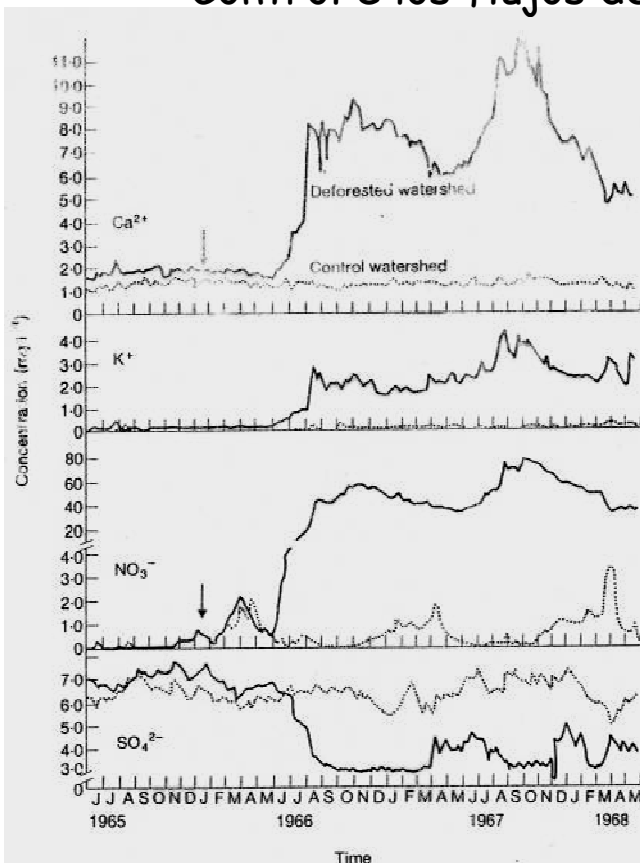
Experimento Hubbard Brook National Forest Control de los flujos de nutrientes por la vegetación



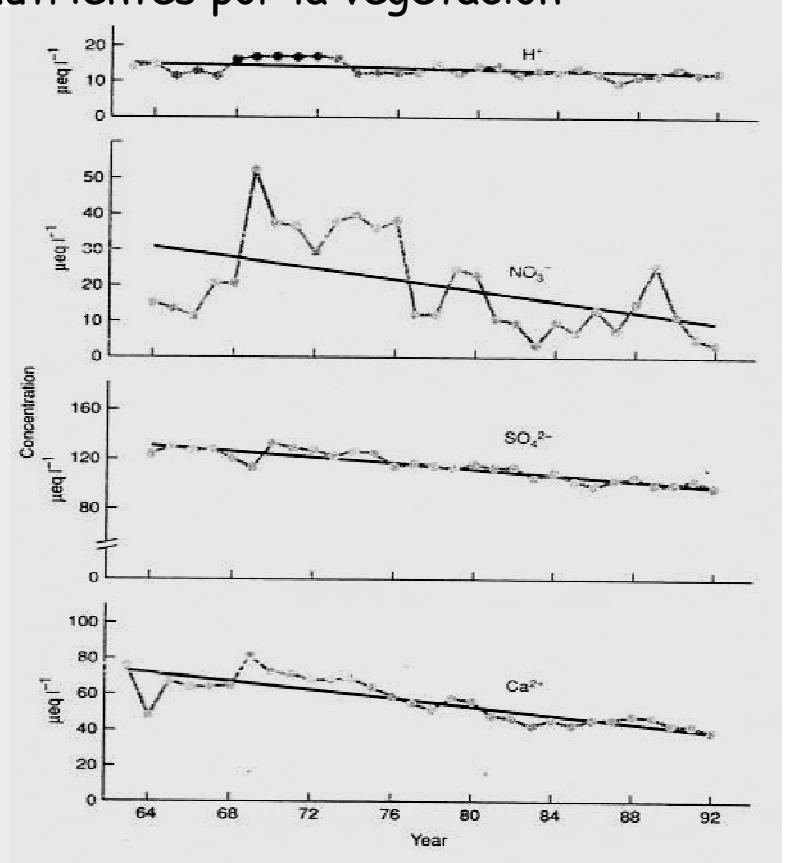
Los modelos conceptuales indican que la vegetación puede actuar como controlador del flujo de materiales. Implica su retención como biomasa, detritus o elementos, estos ligados al complejo cambio de suelos o sedimentos



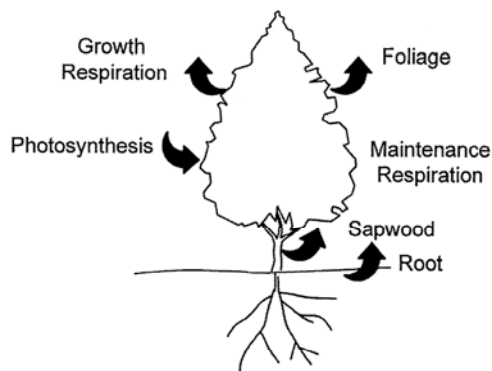
Experimento Hubbard Brook National Forest Control e los flujos de nutrientes por la vegetación



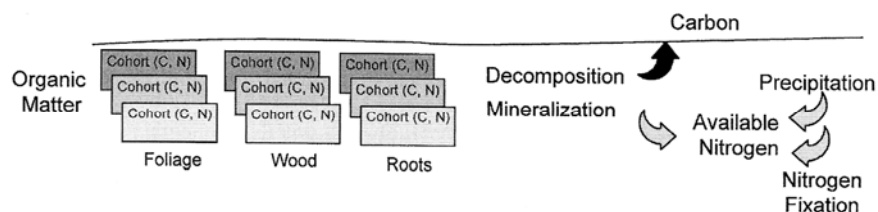
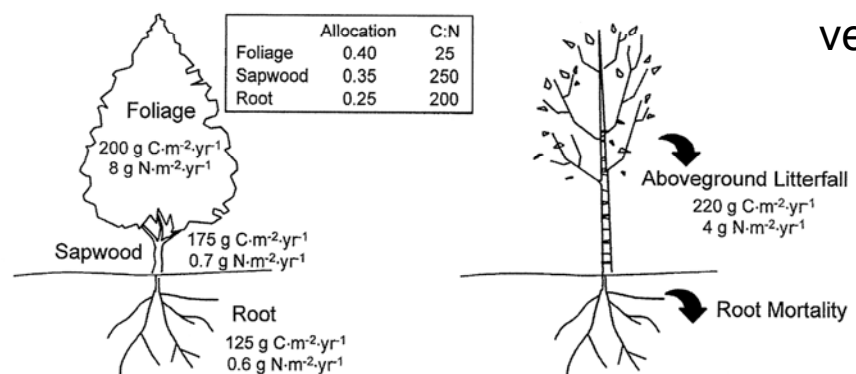
Likens y Bormann, 1975



Likens y Bormann, 1995

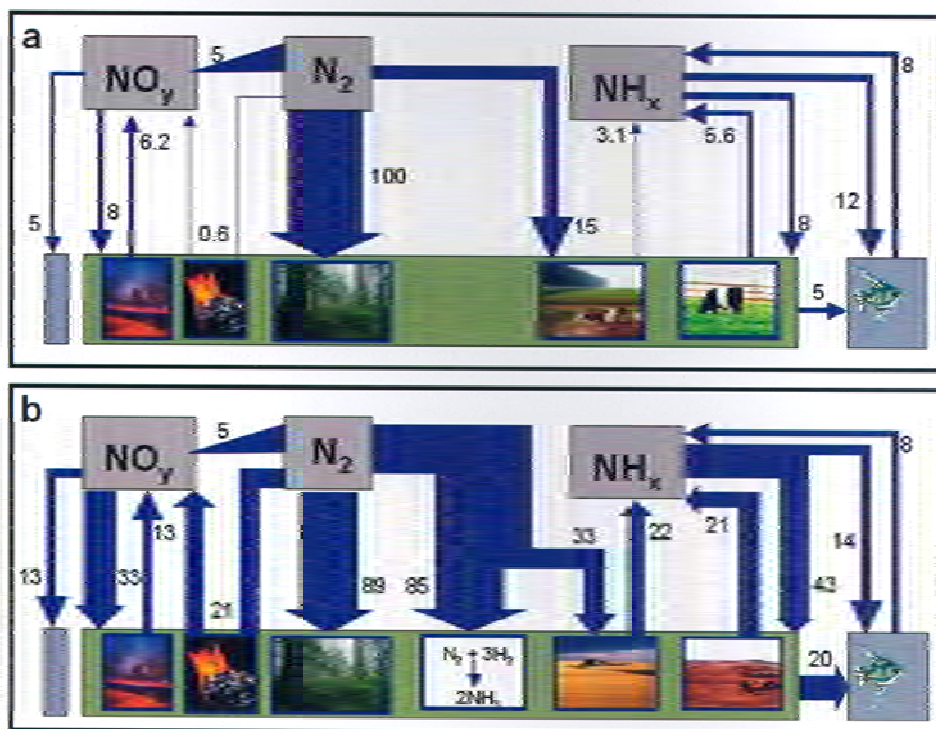


El flujo de elementos esta asociado a la complejidad estructural de la vegetación, a sus relaciones estequiométricas, y a la velocidad de reciclado de los elementos no gaseosos



Bonan, 2002

La fijación química de nitrógeno y su uso agrícola puede estar detrás de cambios en los ecosistemas



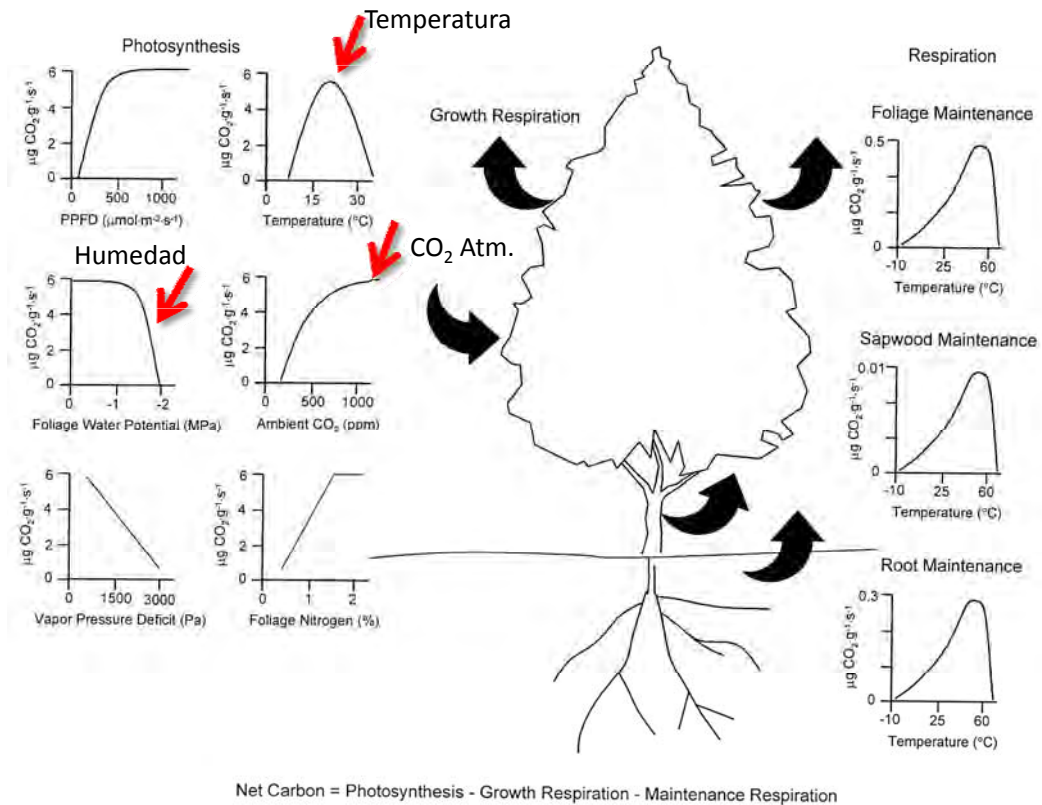
Las emisiones de NO_y desde Carbón reflejan la quema de combustibles fósiles, y la de la vegetación incluye la agricultura, la emisión natural de los suelos y la quema de biofuel, de sabanas y de restos agrícolas. El incremento de aportes se debe a la fijación humana de nitrógeno (proceso de Haber-Bosch) que utiliza combustibles fósiles

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005

Presupuesto del nitrógeno terrestre Global para 1890 (a) y 1990 (b)

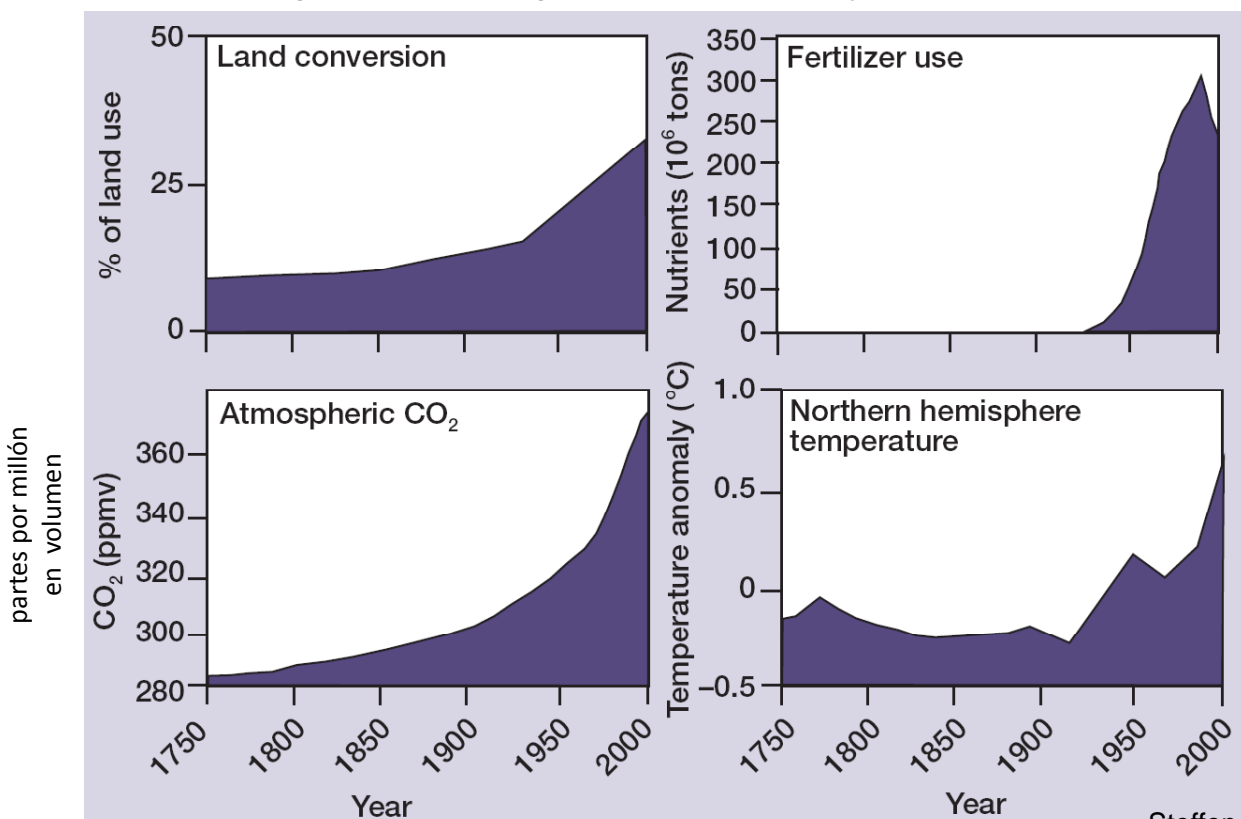
Tera gramos N año⁻¹ (Tg = 10⁶ tn)

Relaciones entre la Producción Primaria y Factores del Ambiente



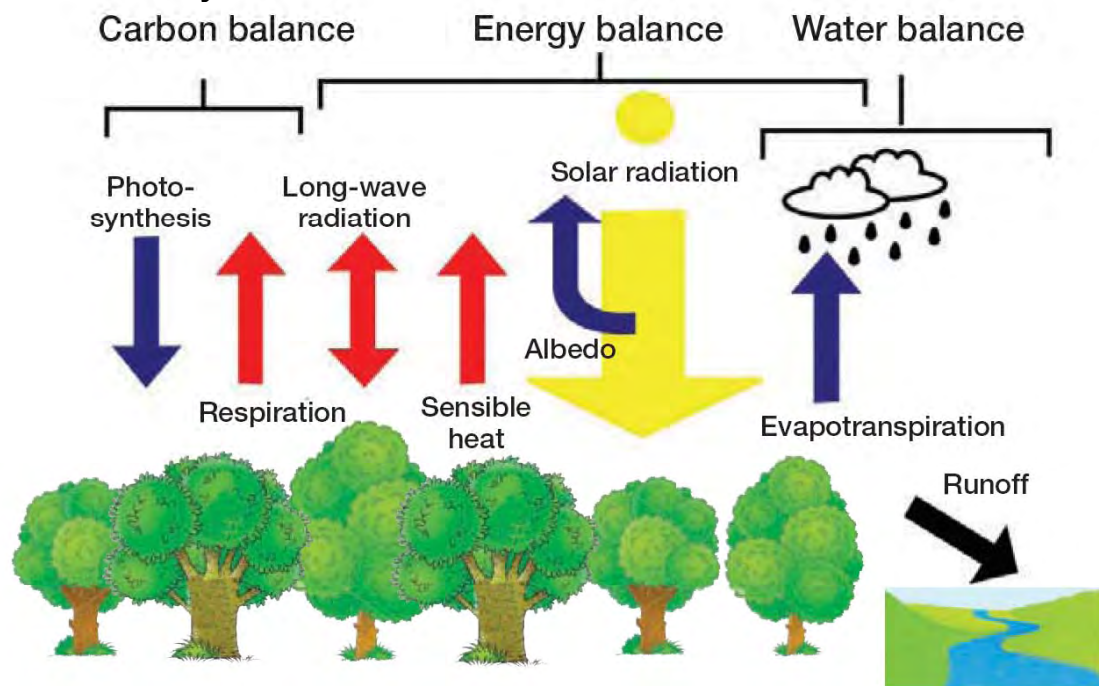
Bonan, 2002

Cambios Selectos en **Ecosistemas** (conversion de tierras y fertilizantes agrícolas) y en el **Clima** (CO_2 atmosférico and temperatura superficial del aire) desde 1750.



Steffen et al. 2004

Retroacciones (feedbacks) entre Clima y Ecosistemas no modificados



Se pueden considerar tres categorías mayores de retroacciones entre los ecosistemas y el sistema climático (Flecha), relacionadas con el balance de carbono, el balance de energía, y el balance de agua. Además de su relación con el flujo de energía cada uno de estos intercambios tiene influencia sobre el clima. En azul efectos de enfriamiento; en rojo efectos de calentamiento. Existen otras relaciones no mostradas, como partículas, metano, óxidos de nitrógeno, ozono y reflectancia de las nubes.

Chapin et al, 2008

EFFECTOS DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS EN LAS RELACIONES ECOSISTEMAS-CLIMA

Las actividades humanas alteran ciertas rutas de retroalimentación entre ecosistemas y clima

Una elevada concentración de CO₂ afecta incrementando la fotosíntesis, que retira CO₂ de la atmósfera

Una reducción del albedo, que incrementa la transferencia de energía en el ecosistema

Una conductancia estomática, que reduce el efecto de enfriamiento por transpiración

El calentamiento climático en Altas latitudes afecta a las retroacciones del ecosistema con el clima a través del deshielo marino y la temprana desaparición de la cubierta de nieve, la expansión de matorrales y bosques, que reducen el albedo e incrementan la transferencia de energía a los ecosistemas (y por ello a la atmósfera)

El Calentamiento incrementa la descomposición, el riesgo de incendios y plagas de insectos; la permafrost se deshiela y libera CO₂ a la atmósfera

Estos efectos se compensan en parte por la captura fotosintética de CO₂, asociada con un mayor crecimiento de las plantas en el Ártico (pero no el bosque boreal).

Las sequías afectan a la retroalimentación de los ecosistemas a través de la reducción de la fuerza de los monzones. Las sequías inducen una reducción de la vegetación, incrementa el albedo, que reduce la elevación convectiva del aire, la advección de humedad del océano y la potencia de los monzones. Juntos estos factores incrementan el riesgo de sequías

El Sobrepastoreo puede agravar estos efectos al reducir la vegetación, que refuerza el albedo y la declina de los monzones.

La deforestación altera las retroacciones del ecosistema y clima por medio del incremento de albedo, lo que reduce la energía de los ecosistemas (y subsecuentemente a la atmósfera); reduce la transpiración, lo que reduce el transporte de humedad a la atmósfera; incrementa la liberación neta de CO₂, lo que incrementa la capacidad de la atmósfera para retener calor. Se conoce poco sobre el balance entre estas retroacciones climáticas, aunque los efectos del albedo (enfriamiento) son más fuertes en altas latitudes, y los relacionados con la humedad y los balances de carbono (calentamiento) son más fuertes en los trópicos

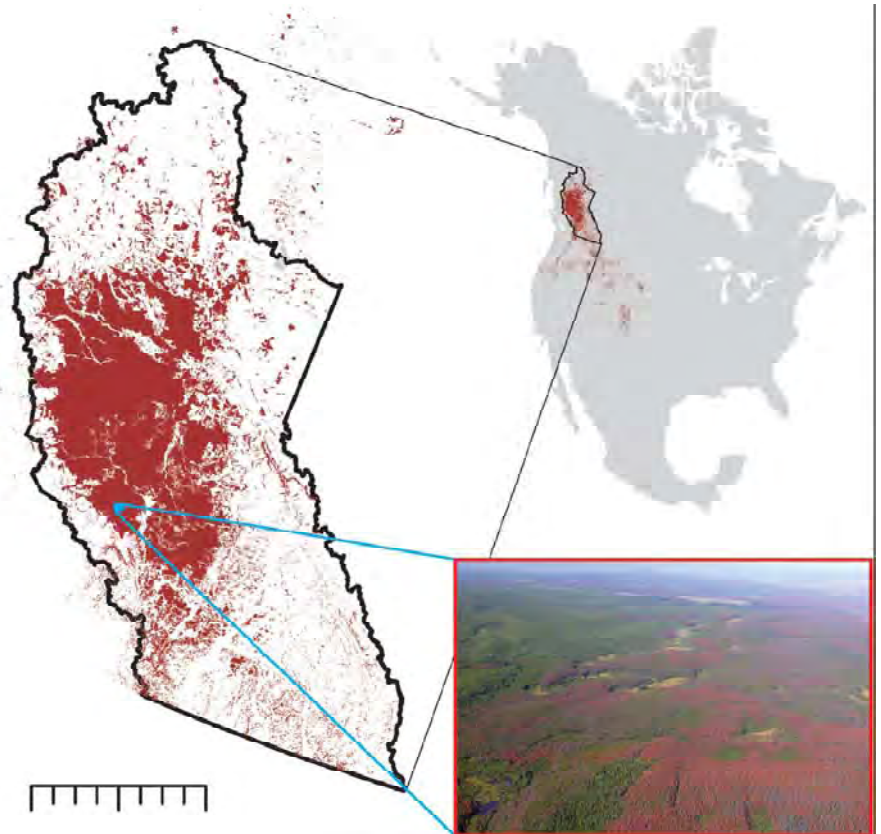
Prevenir la deforestación o expandir la cobertura de bosques pueden tener efectos opuestos: calentamiento reduciendo el albedo (más fuerte en altas latitudes) y enfriamiento por incremento de la transpiración y la secuestro de carbono (mayor en los trópicos)

Chapin et al, 2008

Cambios Climáticos pueden estar detrás de explosiones poblacionales de plagas, como los Scolitinae que producen la muerte masiva de pinos en Canadá.

Genera emisión de CO₂ de los bosque, en vez de una pequeña captura

Geographic extent of mountain pine beetle outbreak in North America. a, Extent (dark red) of mountain pine beetle. b, The study area includes 98% of the current outbreak area. c, A photograph taken in 2006 showing an example of recent mortality: pine trees turn red in the first year after beetle kill, and grey in subsequent years. Photo credit: Joan Westfall, Entopath Management Ltd.

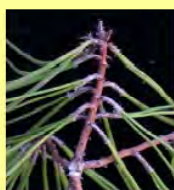


Kurz et al, 2008

Ips sexdentatus atacando a *Pinus radiata* en condiciones de estrés hídrico.



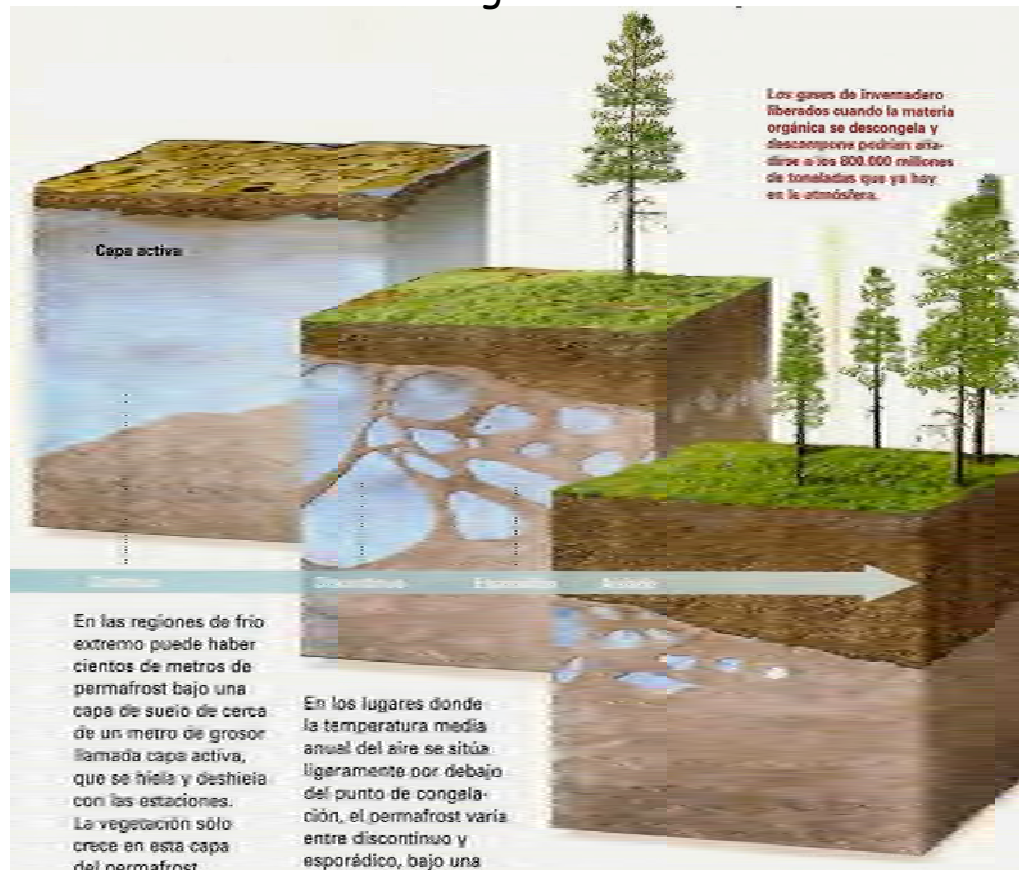
A resistencia fisiológica do *Pinus pinaster* a seca e seu comportamento no outono do 2007. Unha sintomatoloxía específica.



Algunos problemas que pueden ser asociados a condiciones favorecidas por el cambio climático se han observado en zonas próximas, Galicia

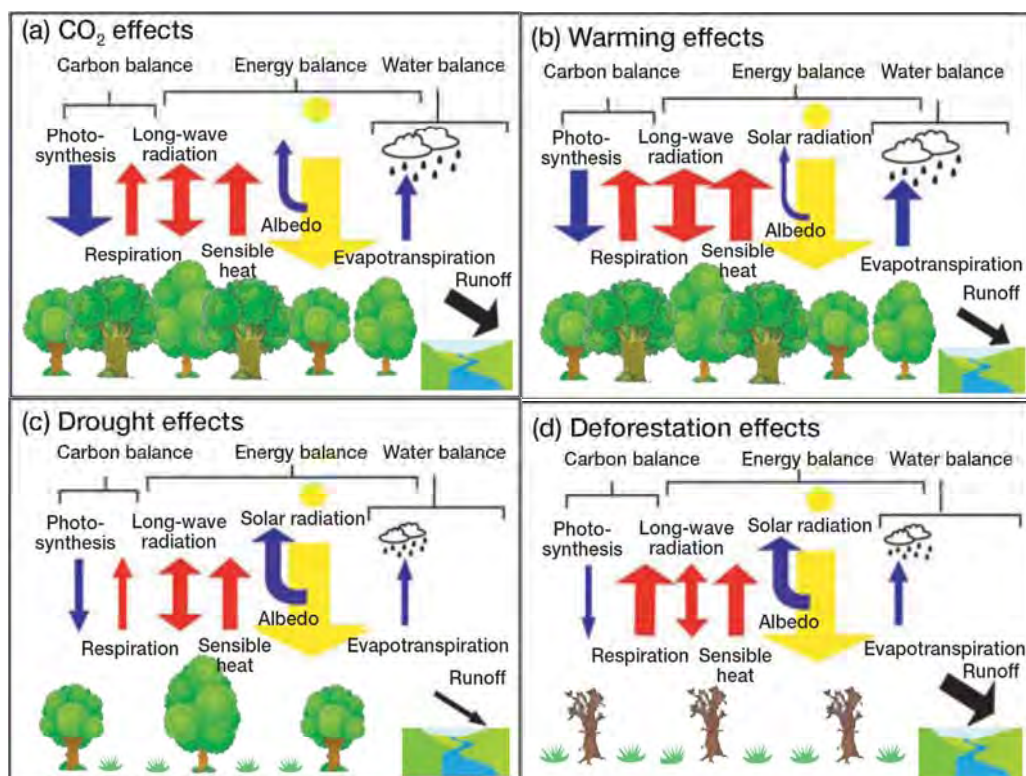
Fernández de Ana-Magán F.J para CLIGAL
Centro de Información Ambiental de Lourizán.
Escola Politécnica Superior da U.S.C

El deshielo de la permafrost puede permitir el desarrollo de la vegetación pero también la oxidación de los materiales orgánicos del suelo



National Geographic, 2007

Modificaciones humanas de las retroacciones climáticas



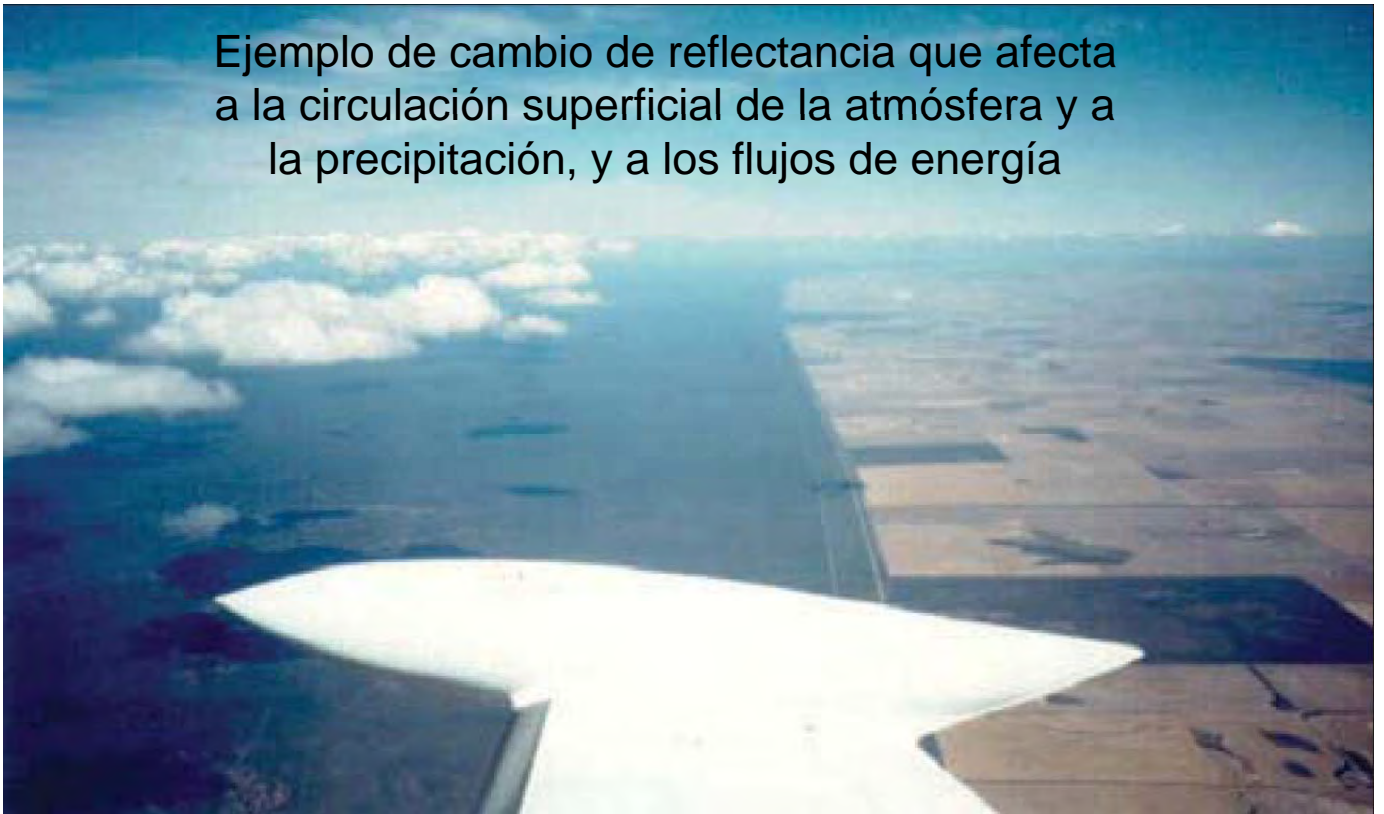
La anchura de las flechas muestra la magnitud del cambio de cada flujo, en relación a lo esperado. Resultado de (a) elevado CO₂, (b) Calentamiento climático, (c) sequía, y (d) deforestación, tal como se describen en la diapositiva anterior

Experimento Hubbard Brook National Forest Modificación de la reflectancia y el albedo

Los cambios de reflectancia asociados a cambios en la vegetación pueden incrementar el albedo, y también la circulación del aire si las extensiones afectadas son muy grandes



Ejemplo de cambio de reflectancia que afecta a la circulación superficial de la atmósfera y a la precipitación, y a los flujos de energía



Límite entre brezales y cultivo de trigo en el Suroeste de Australia

Los brezales absorben más radiación (albedo bajo) y transmiten una proporción mayor de la energía a la atmósfera como calor sensible que el cultivo. Esto provoca la elevación del aire sobre los brezales y drena aire húmedo lateralmente de los cultivos. Este movimiento genera un descenso convectivo sobre los cultivos. La subida del aire húmedo forma nubes sobre el brezal e incrementa la precipitación un 10 % sobre el brezal, mientras la subsidencia del aire seco sobre los cultivos reduce la precipitación un 30%

Chambers, 1998

Estado final de la quema y plantación de Acacia en Sumatra y Kalimantan

Foto: Sorensen



Free to use with credit - Photo credit: Kim Worm Sorensen Caption: Deforestation and burned scars on pristine peat forest and Acacia plantations in Central Sumatra, Indonesia



Free to use with credit - Photo credit: R. G. Viktor Boefen Caption: Deforestation and fire scars on a peatland forest in Central Kalimantan, Indonesia



Free to use with credit - Photo Credit: Susan Page caption: Deforestation and fire of peat forest in the Mega Rice Block, Central Kalimantan, Indonesia



Free to use with credit - Photo Credit: Kim Worm Sorensen Caption: Deforestation of peat forest in Central Sumatra, Indonesia



Brian Stocks

Emissions from boreal forest fires are a major source of carbon to the atmosphere

La destrucción de bosque emite grandes cantidades de dióxido de carbono, y destruye los ecosistemas, a veces de forma permanente a nuestra escala de tiempo



Photograph by M. Welling

Smoke plume and pyrocumulus cloud over a deforestation fire in Rondonia, Brazil. Taken during the LBA-SMOCC field campaign in September 2002.



Free to use with credit - Photo Credit: Kim Worm Sorensen Caption: Fire in peat forest of Central Sumatra, Indonesia

La destrucción de bosque emite grandes cantidades de dióxido de carbono, y destruye los ecosistemas, a veces de forma permanente a nuestra escala de tiempo

Quema de Bosques en Sumatra

Foto: Sorensen



Free to use with credit - Photo credit: Kim Worm Sorensen Caption: Fire in peat forest near Acacia plantations in Central Sumatra, Indonesia



1



2



3



4



5



6

1980. Pristine lowland rainforest in Eastern Borneo dominated by trees of the dipterocarp family.

1982. Initial surface fire in the same forest, which has been selectively cut since 1980

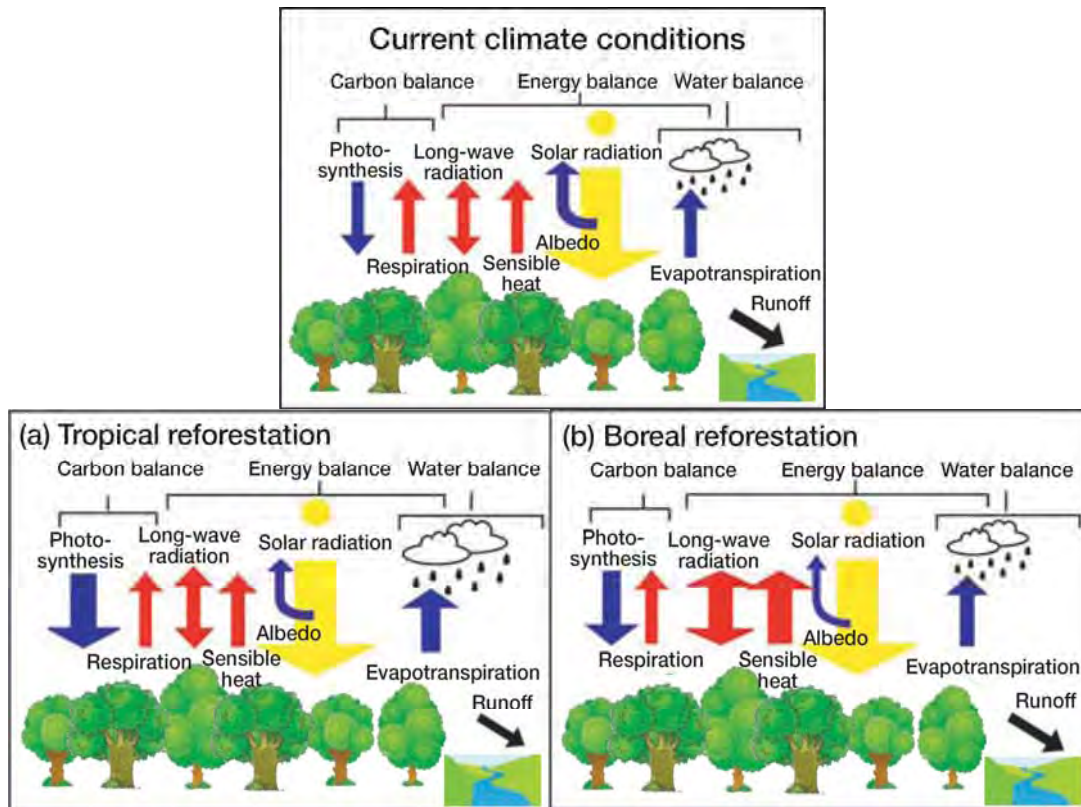
1985. Three years after the initial fire. Most trees are killed by the surface fire, some by drought stress, but some trees are still standing.

1995. Thirteen years after the initial fire. More standing trees have died and collapsed. The undergrowth is dominated by pioneer tree species (predominantly *Macaranga* spp.). This secondary succession becomes highly flammable in extremely dry years.

1998. A second fire. The tree layer, including the postfire secondary succession, is almost completely killed by a high-intensity fire.

1998. Final stage of fire-induced savannization of the rainforest in a nearby site. The area is dominated by an aggressive invading grass species (*Imperata cylindrica*).

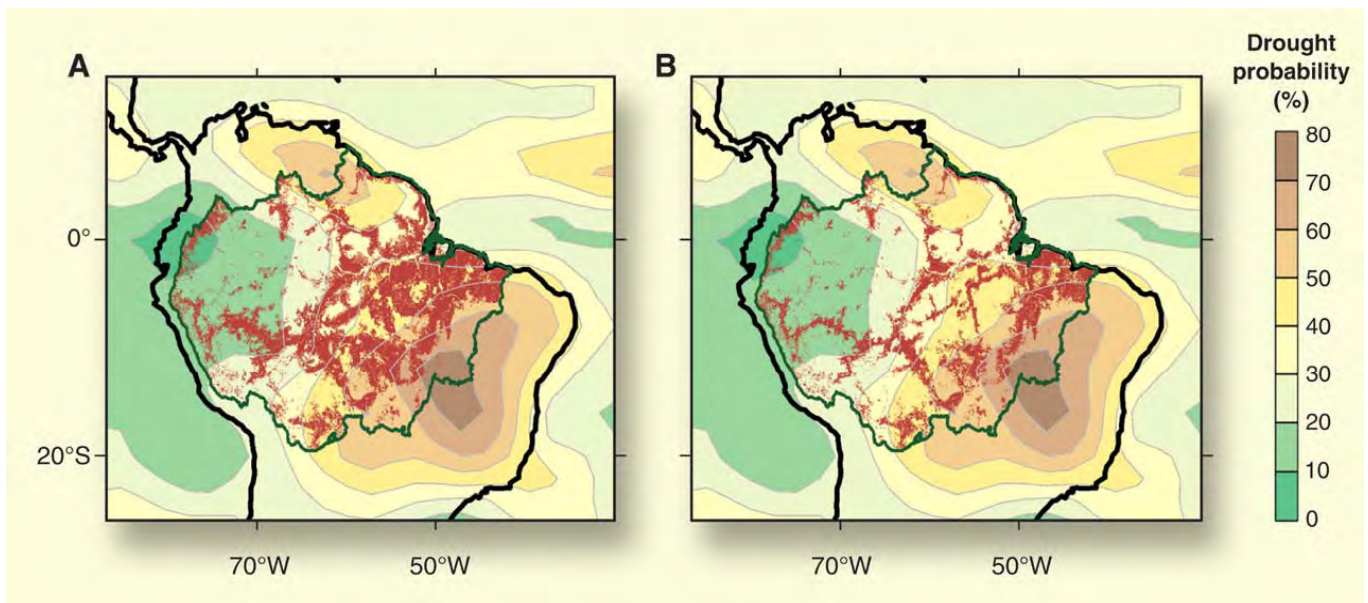
¿Qué efectos puede tener la reforestación sobre las retroacciones climáticas



Effects a través de cambios en carbono, energía y balances de agua

Chapin et al, 2008

Solapamiento entre Deforestación y Cambio de Clima



Potencial pérdida de cobertura de bosque (pardo) en 2050 en (A) business as usual y (B) escenario con incremento de gobernanza, superimpuestos a la probabilidad de sequías sustanciales, que se definen como un >20% reducción en la precipitación de la época seca al final del siglo 21.

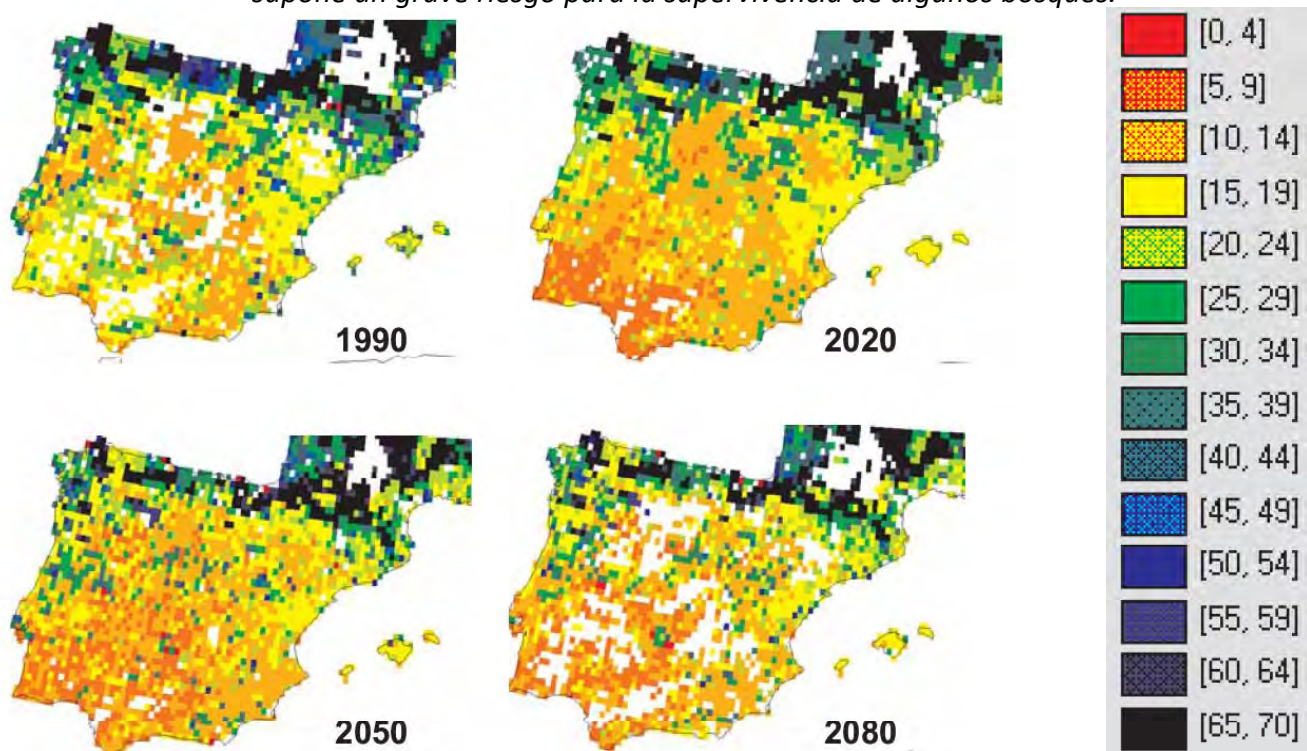
La estación seca se produce desde Diciembre a Febrero (sur del Ecuador) y desde Junio a Agosto (norte del Ecuador). Los escenarios de precipitación son los intermedios (A1B) entre los escenarios de emisión de GHG, entre los 21 modelos utilizados en el IPCC AR4

Desde el aire (espacio) se puede observar el uso actual de un territorio, y dan la oportunidad de conocer su evolución



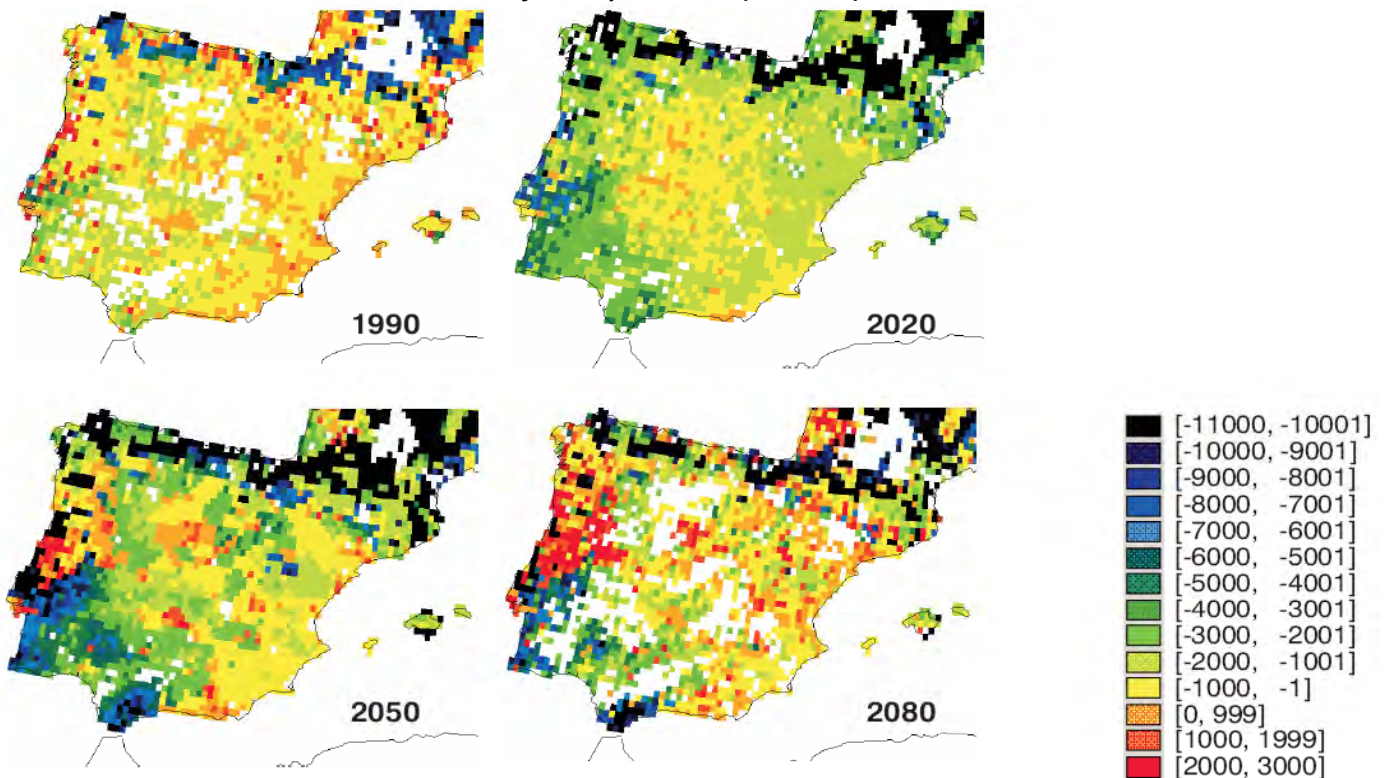
Estima de la Reserva Media de Agua en los Suelos Forestales en los meses estivales

Los resultados ponen de manifiesto que, en la Península Ibérica, la reserva de agua en el suelo disminuye progresivamente. La falta de agua en el suelo durante la época estival supone un grave riesgo para la supervivencia de algunos bosques.



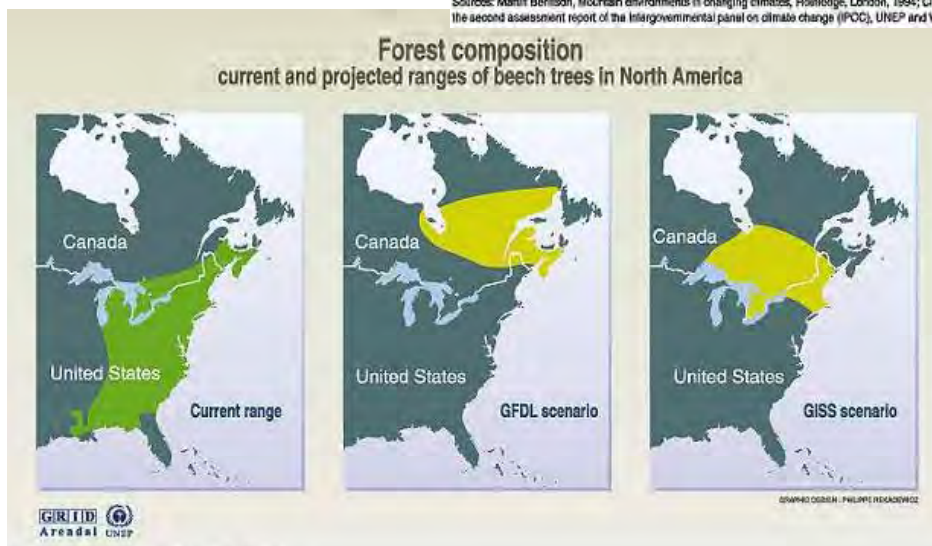
Cambios en la Producción Forestal

Estimación de Producción neta del ecosistema en los bosques de la Península Ibérica. Los mapas representan la situación en los años 1990, 2020, 2050 y 2080. En el proyecto ATEAM se está utilizando el modelo GOTILWA+ para simular el crecimiento de los bosques europeos bajo diferentes escenarios socioeconómicos de cambio climático definidos por el IPCC (HadCM3)



Gracia et al, 2005

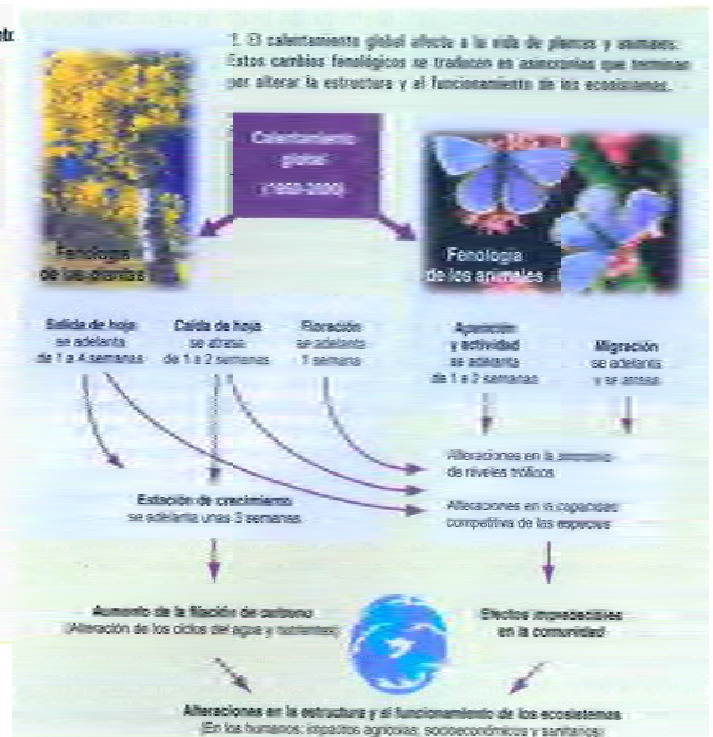
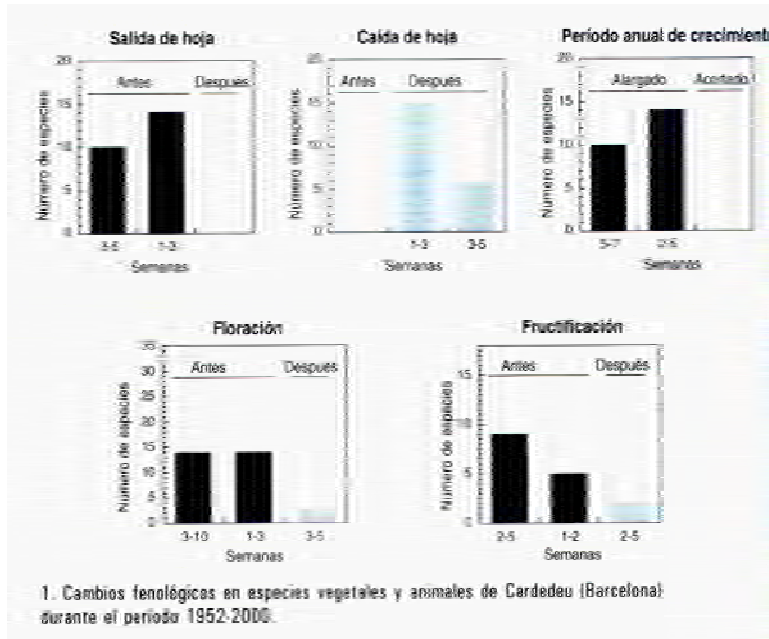
**son previsibles
cambios en la
distribución de
especies y
ecosistemas**



Source : US Environmental Protection Agency (EPA), 1998.

**Distribución actual
y proyectada de
las hayas de
Norte América,
según las
previsiones de dos
modelos climáticos**

Los cambios están afectando a fenología, y afectarán a las relaciones entre especie y por ello a los ecosistemas y la agricultura



Peñuelas, 2005

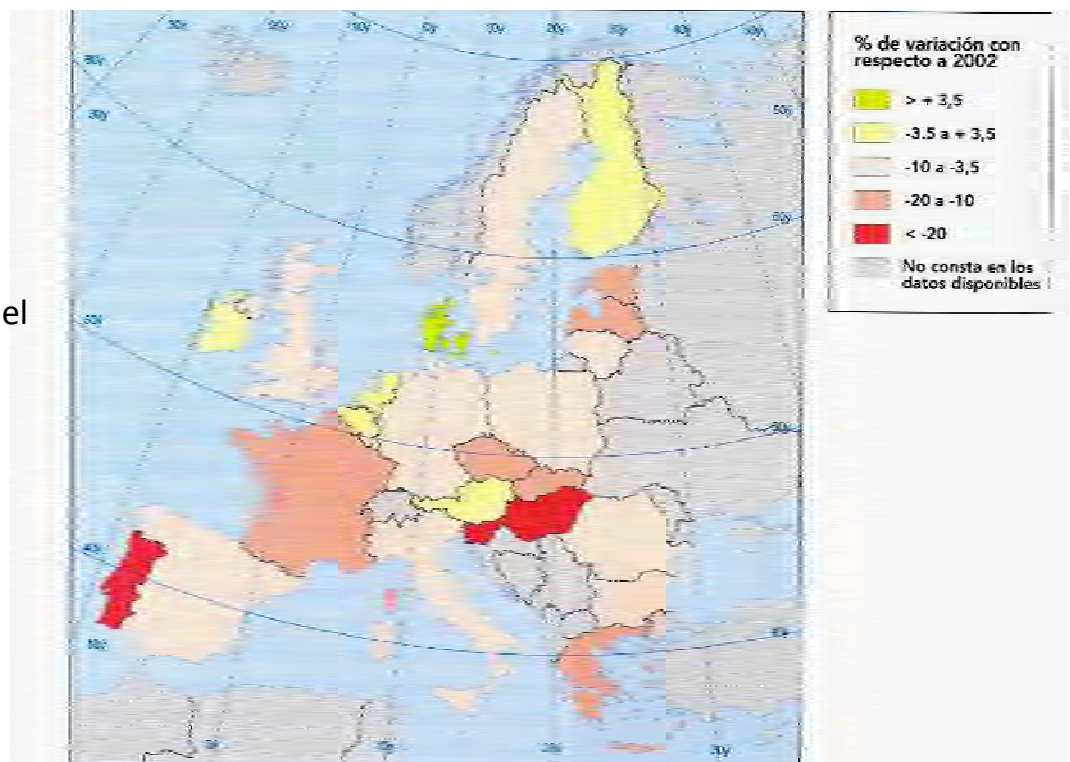
Animación de cambio de vegetación

Los efectos sobre la Producción Vegetal afectarán a la Seguridad Alimentaria, o a la producción de Biocombustibles



Los cambios apreciados en 2003 respecto a 2002 en la producción de las cosechas da una idea del cambio posible

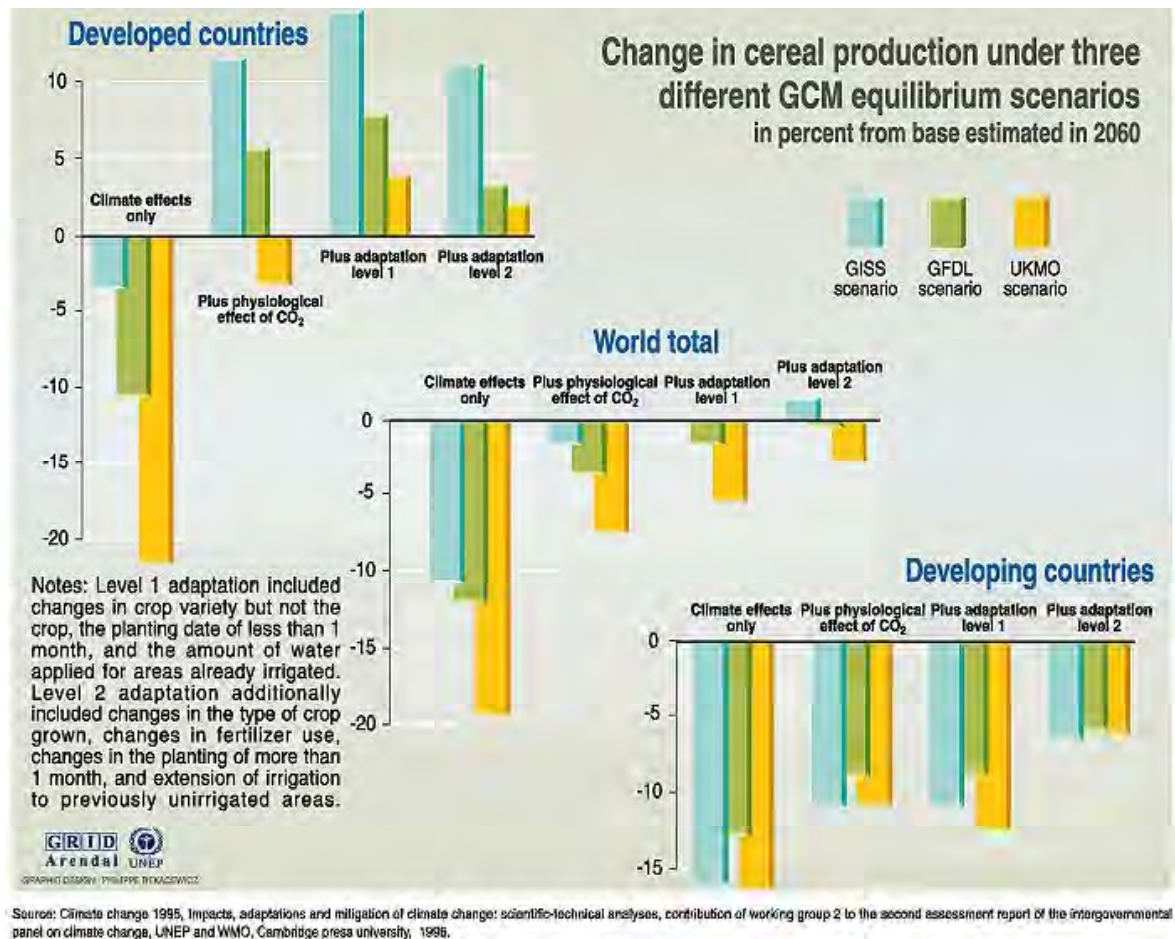
En 2003 se produjo una ola de calor en el sur y el centro de Europa



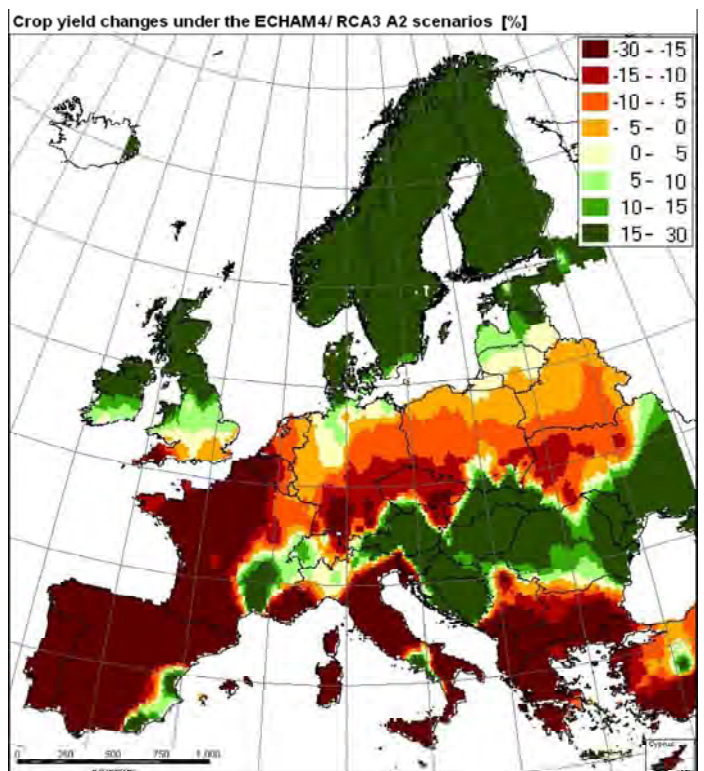
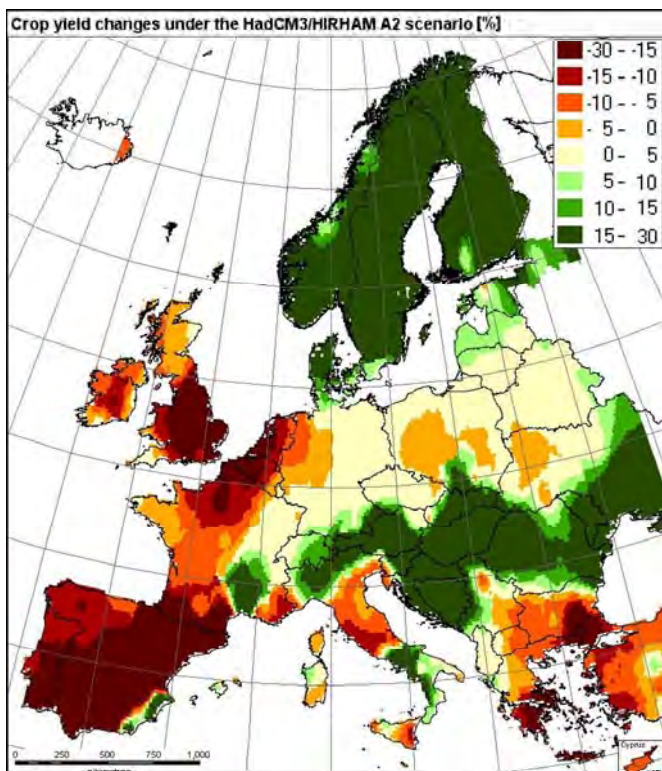
Fuente: Proyecto MARS (Monitoring agriculture with remote sensing unit) del Centro Común de Investigación (CCI), 2003.

EFFECTOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO

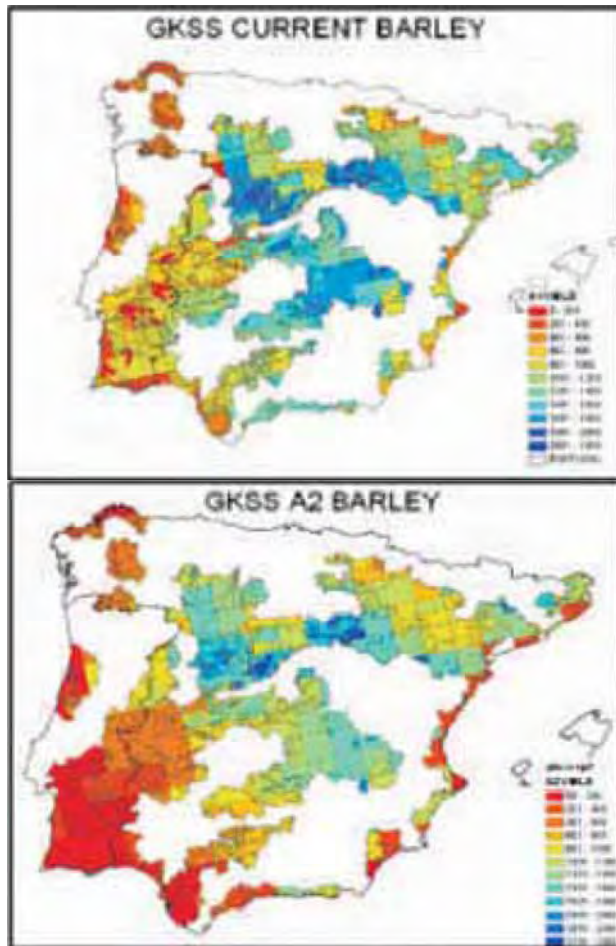
TEMPERATURA Y PLUVIOSIDAD



Cambios en las cosechas (%) según dos modelos climáticos bajo el escenario A2



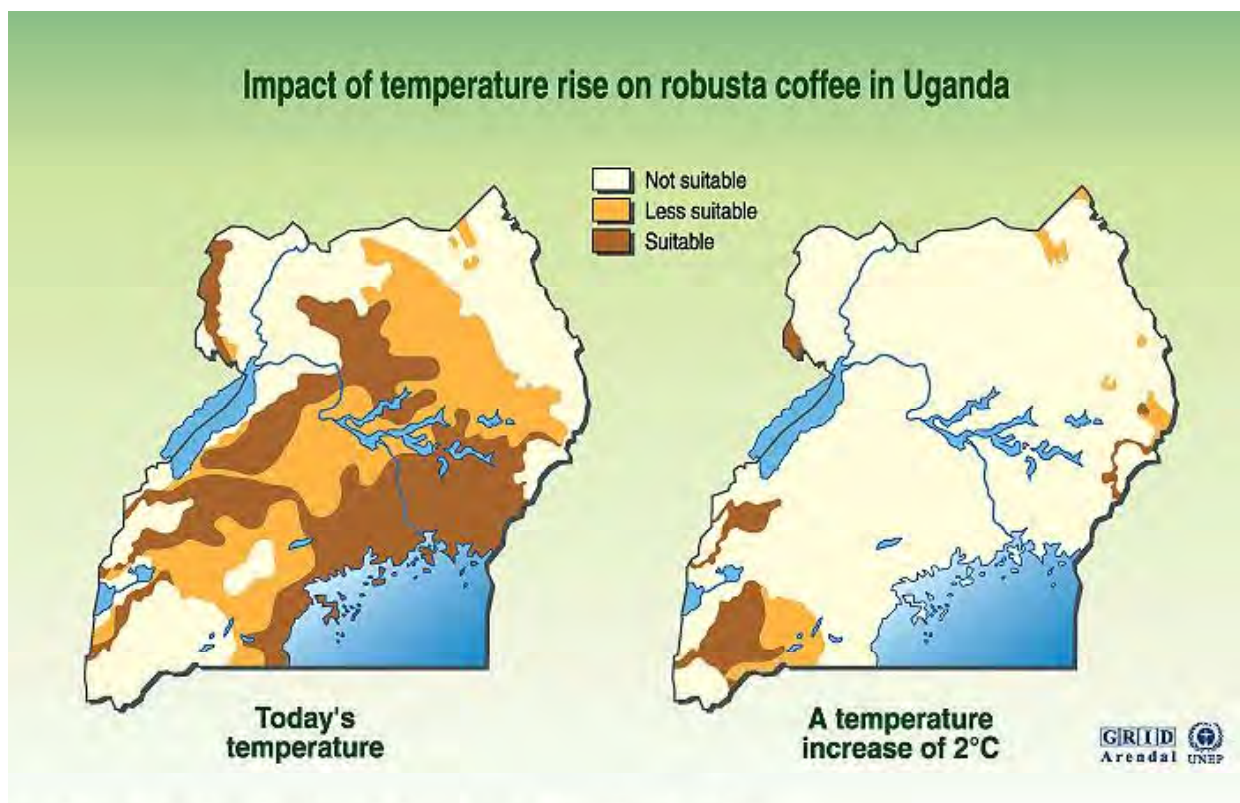
Cambios en la Producción Agrícola



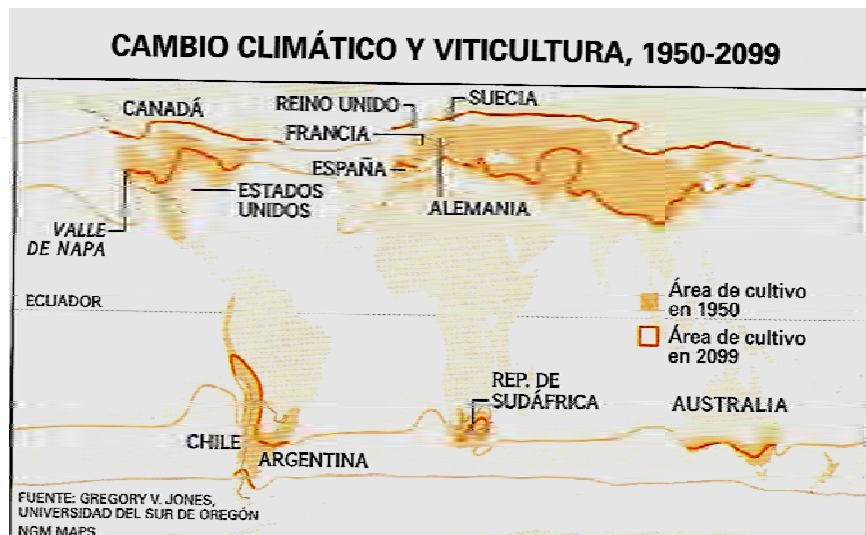
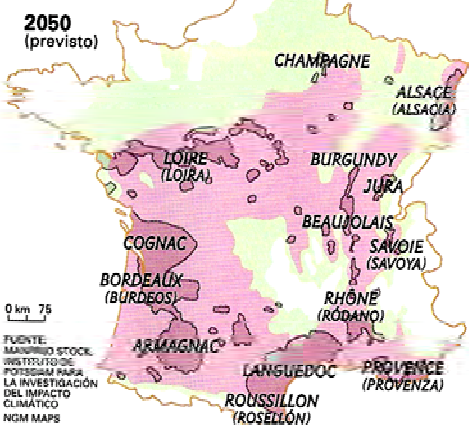
Simulación del rendimiento de la **cebada en secano**, sin riego, en escenarios de clima actual (en la parte superior) y en el *escenario de emisiones A2* (en la parte inferior) generados por el modelo de simulación de sistemas *CropSyst* conectado al modelos de clima regional GKSS. El cultivar o variedad comercial utilizada es una variedad con necesidades de vernalización, cultivada en las zonas norte y centro de España. Los tonos **rojos** y **amarillos** indican **bajo rendimiento**; los tonos **verdes** y **azules** indican **alto rendimiento**.

Mínguez et al, 2005

EFFECTOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO TEMPERATURA Y PLUVIOSIDAD



Source: Otto Simonett, Potential impacts of global warming, GRID-Geneva, case studies on climatic change, Geneva, 1989.

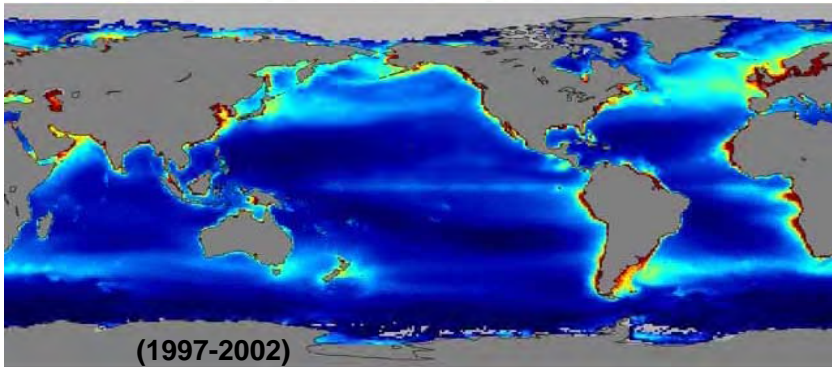
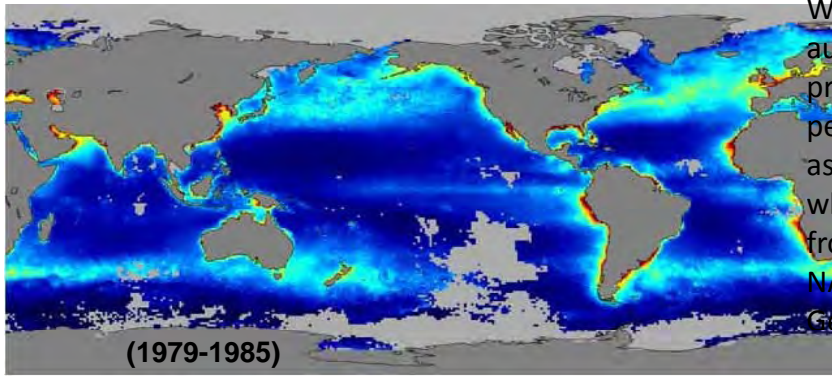


Los cambios climáticos afectarán a la distribución de cultivos y de variedades de muchas especies cultivadas, como el cultivo de la vid

National Geographic, 2007

Que esta pasando y que pasará en los Océanos

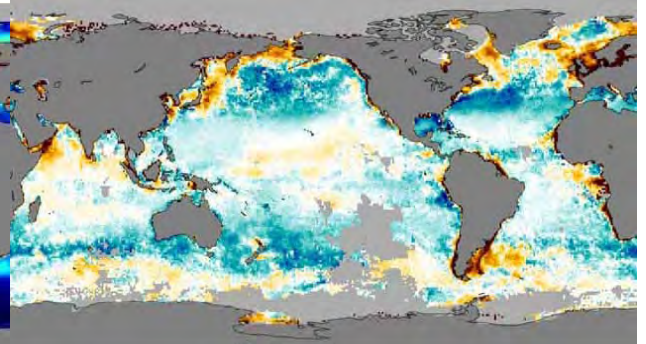
Flujo de Energía en Ecosistemas Acuáticos y Cambio Climático



Net Primary Productivity (grams Carbon per m² per year)

0 200 400 600 800

Watson Gregg, a NASA GSFC researcher and lead author of the study, finds that the oceans' net primary productivity (NPP) has declined more than 10 percent globally over the last two decades, possibly as a result of climatic changes. NPP is the rate at which plant cells take in CO₂ during photosynthesis: from sunlight, using the carbon for growth. The NASA funded study appears in a recent issue of Geophysical Research Letters



NPP Difference SeaWiFS - CZCS (grams Carbon per m² per year)

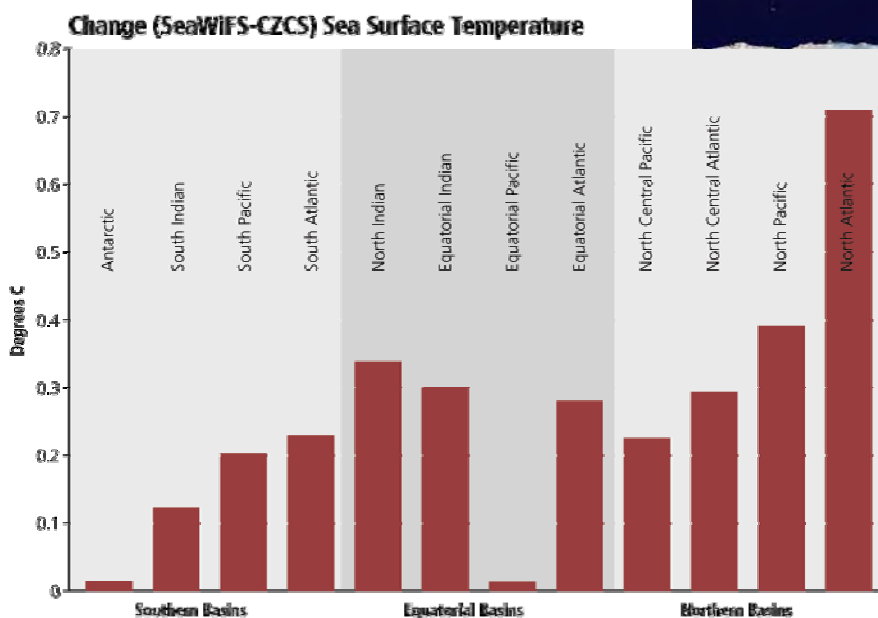
-250 -125 0 125 250

Gregg, 2009

Images de Robert Simmon, NASA GSFC Earth Observatory

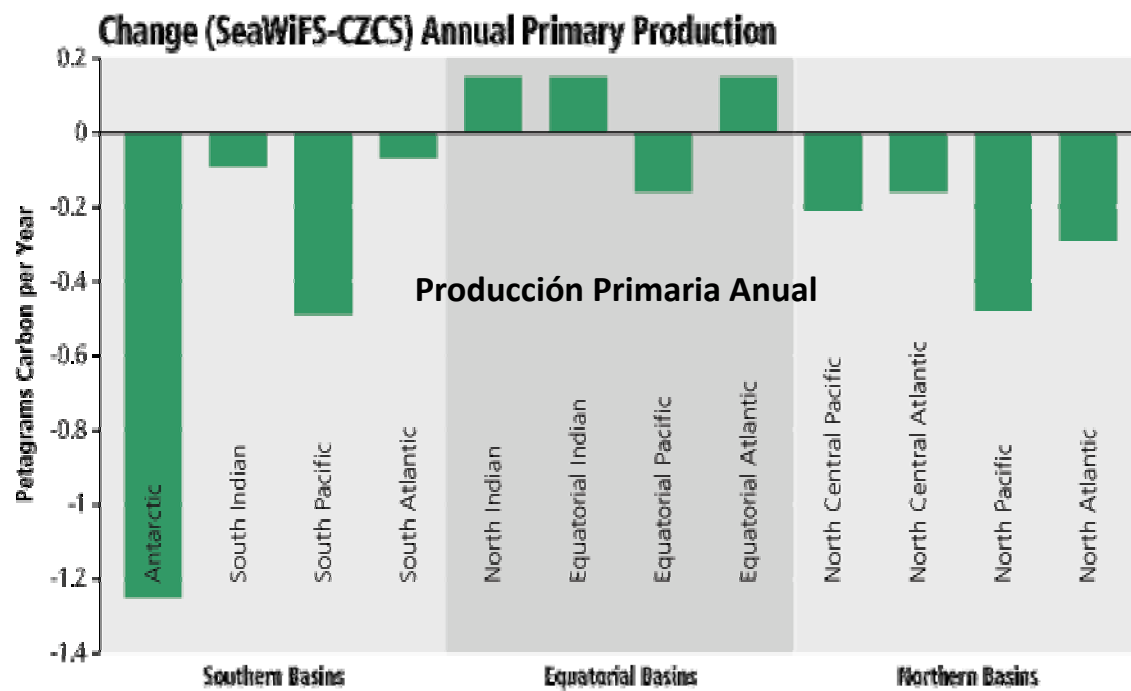
Diferencias entre los datos de SeaWiFS (1997-2002) y de CZCS (1979-1986) en 12 Areas Oceánicas

Temperatura Superficial del Mar

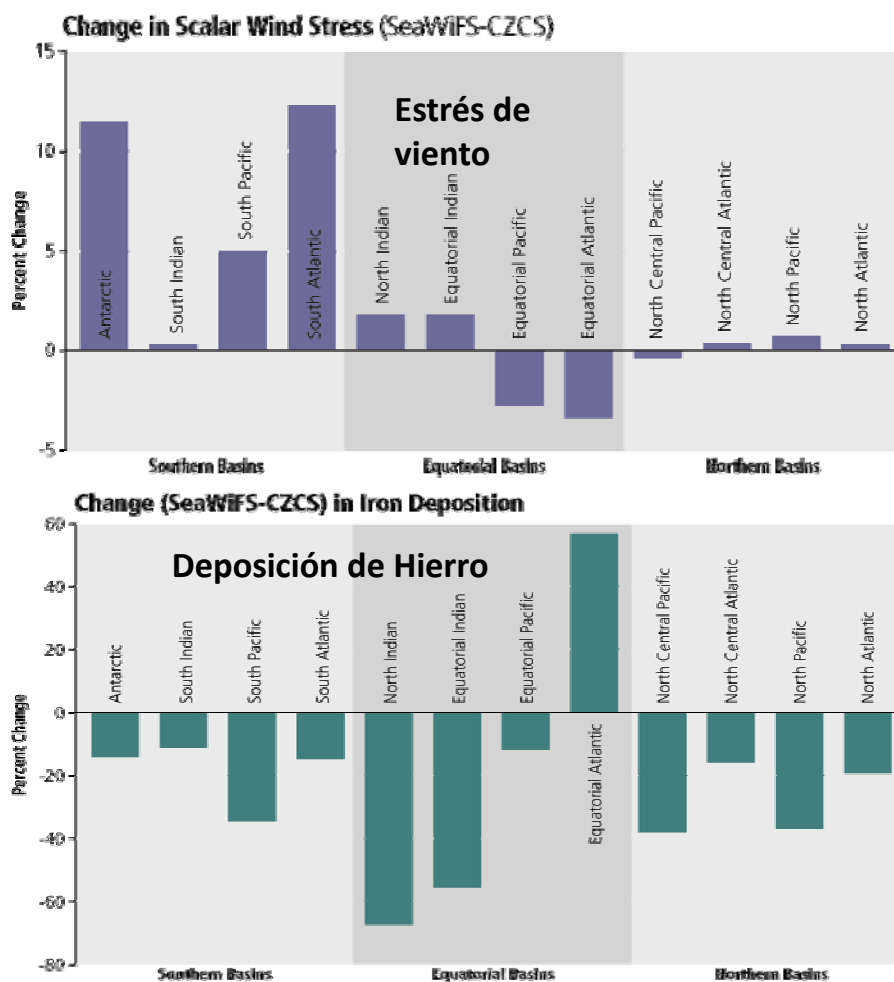


Gregg, 2009

La producción Primaria disminuye en latitudes altas y se incrementa ligeramente en las tropicales



Gregg, 2009

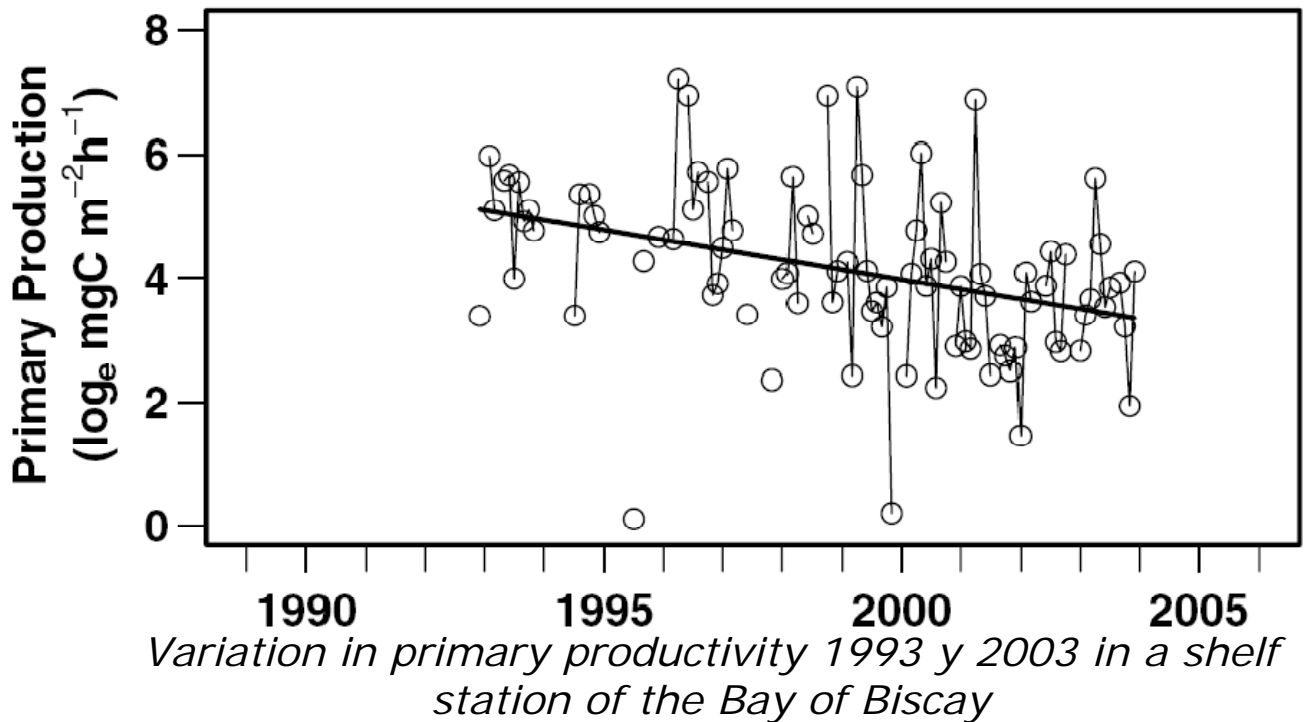


La deposición de hierro manifiesta una disminución generalizada mientras que el estrés de viento parece incrementarse en el Hemisferio Sur

Gregg, 2009

Los efectos sobre la producción primaria son decrecientes en zonas costeras de Asturias

Changes in species composition were associated to a decreasing productivity in some geographic areas



Valdes et al 2007 Prog. Oceanogr.)

Resumiendo

Se dispone de proyecciones climáticas y de los cambios de clima en las últimas décadas

Se dispone de conocimientos de cómo se regula el flujo de energía de los ecosistemas y su distribución mundial

Empezamos a disponer de herramientas conceptuales que nos permiten analizar los efectos potenciales del Cambio Climático sobre los ecosistemas

Tenemos datos de cambios ocurridos, y modelos de respuesta, lo que nos permiten hacer proyecciones y planificar los impactos y la adaptación

Podríamos analizar recoger datos de forma sencilla en nuestro entorno académico, para que los estudiantes pudieran comprender la variabilidad natural y las maneras de analizar los cambios futuros

Volvamos a la Población Mundial

