



Serie Programa Marco Ambiental  
Nº 48 Abril 2005

**ingurumena.net**

*De ti depende*



# INVENTARIO DE CARBONO ORGÁNICO EN SUELOS Y BIOMASA DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO



**EUSKO JAURLARITZA**



**GOBIERNO VASCO**

LURRALDE ANTOLAMENDU  
ETA INGURUMEN SAIA

NEKAZARITZA ETA ARRANTZA SAIA

DEPARTAMENTO DE ORDENACIÓN  
DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA  
Y PESCA



**IHOBE**

Ingenioa Jarduertariko Sozietate Publikoa  
Sociedad Pública de Gestión Ambiental



**NEIKER**

Fitotecnika, Sustru eta Ingurumenaren eta Zikloaren Agintaria  
National Institute for Research and Innovation in Food and Environment

# INVENTARIO DE CARBONO ORGÁNICO EN SUELOS Y BIOMASA DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

## 1. Los sumideros de carbono en el marco del Protocolo de Kyoto

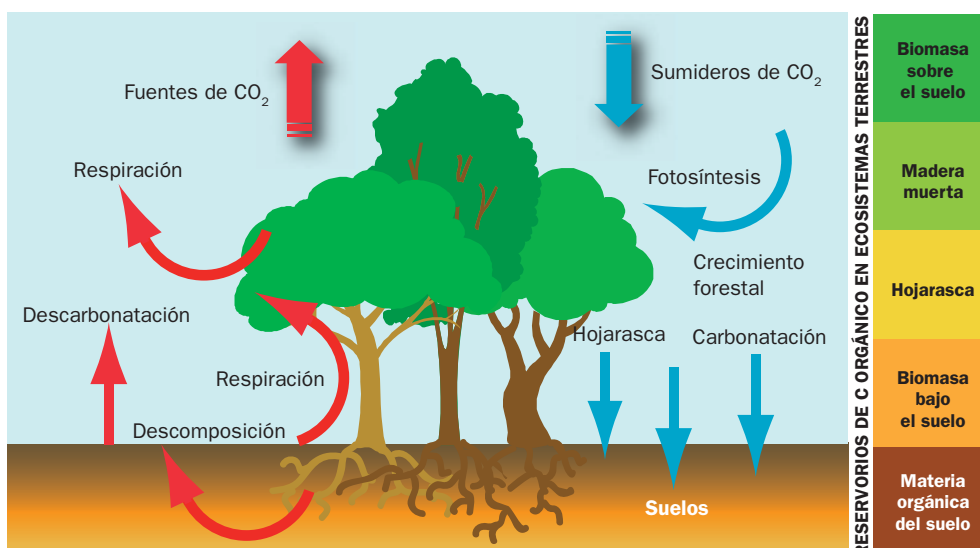
Se conoce como sumidero todo sistema o proceso por el que se extrae de la atmósfera un gas o gases y se almacena. El Protocolo de Kyoto – instrumento auspiciado por Naciones Unidas para compartir la carga y responsabilidad de las emisiones de gases de efecto invernadero ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ , HFC, PFC,  $\text{SF}_6$ ) – reconoce el papel de la biomasa y de los suelos como sumideros de C. Así, autoriza a los países firmantes a descontar de sus emisiones la fijación de gases de efecto invernadero que tenga lugar mediante actividades suplementarias (actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura). Por lo tanto, la fijación de  $\text{CO}_2$  atmosférico en biomasa y en suelos que se derive de actividades agrícolas, pascícolas y forestales puede suponer una importante ayuda a la hora de cumplir con los compromisos de reducción de gases acordados para cada país.

## 2. El papel de los suelos y de la biomasa en el ciclo del carbono

### a) Ciclo del carbono a nivel de ecosistema

La vegetación actúa como sumidero de  $\text{CO}_2$ , al extraer este gas de la atmósfera mediante la fotosíntesis y acumular en sus tejidos el carbono fijado. Parte del carbono presente en la biomasa vegetal se libera a la atmósfera en los procesos de respiración (durante el ciclo de vida de la planta) y de descomposición (una vez los tejidos vegetales han llegado al final de su ciclo), mientras que el resto del carbono se acumula en la madera (sumidero temporal) y en la materia orgánica del suelo (sumidero relativamente permanente). En ecosistemas terrestres naturales este proceso de acumulación de carbono alcanza, con el tiempo, un valor de stock de carbono orgánico estable o en equilibrio que depende de, entre otros factores, la especie vegetal, el clima, la topografía, la litología, y el tipo de suelo. Las perturbaciones que se producen, como laboreo, talas masivas, incendios, erosión, etc., afectan a la dinámica del carbono de los ecosistemas terrestres que, a menudo, han pasado a actuar como fuente de carbono. Con la realización de prácticas adecuadas de gestión agrícola, pascícola y forestal se puede, no sólo evitar la pérdida de carbono orgánico del suelo sino que, además, se puede favorecer e incrementar la acumulación de los stocks de carbono orgánico en los suelos. Asimismo, con una correcta gestión de las plantaciones forestales se puede favorecer la acumulación de carbono en biomasa – ya que la masa forestal renovada continúa fijando carbono (y con mayor intensidad) – si además se fomenta la obtención de productos madereros de ciclo de vida largo.

### Fuentes y sumideros de carbono en ecosistemas terrestres

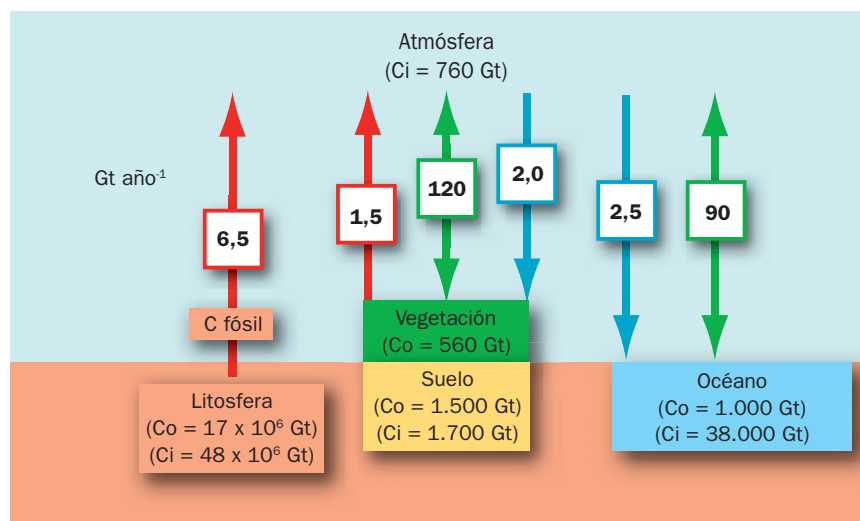


## b) Ciclo del carbono a nivel global

Se estima que la vegetación almacena alrededor de 560 Gt de carbono orgánico, mientras que los suelos almacenan alrededor de 1.500 Gt de carbono orgánico y 1.700 Gt de carbono inorgánico. El contenido de carbono inorgánico (carbonatos) presente en los sistemas edáficos es elevado aunque, por el momento, el Protocolo de Kyoto no tiene en consideración los flujos que de éstos se derivan, a excepción de los resultantes de la incorporación de carbonatos a suelos ácidos mediante técnicas de encalado.

Antes de la revolución industrial, las concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico eran relativamente estables debido a que los dos flujos principales de carbono (entre los ecosistemas terrestres y la atmósfera, y entre los océanos y la atmósfera) estaban generalmente en equilibrio (dinámico). Sin embargo, la quema de combustibles fósiles, la deforestación y el laboreo intensivo han introducido un flujo adicional en el ciclo del carbono. Estas actividades emiten actualmente a la atmósfera cerca de 8 Gt C año<sup>-1</sup>, de los que un 20% son resultantes de cambios de uso del suelo como la deforestación tropical. Más del 50% de estas emisiones es absorbido, en proporciones similares, por los océanos y los ecosistemas terrestres.

### Balance del carbono a nivel global



- Emisiones de origen antrópico
- Absorción de emisiones de origen antrópico
- ↕ Intercambios por procesos naturales

**Co = C orgánico**  
**Ci = C inorgánico**  
**Gt = 10<sup>9</sup> t C**

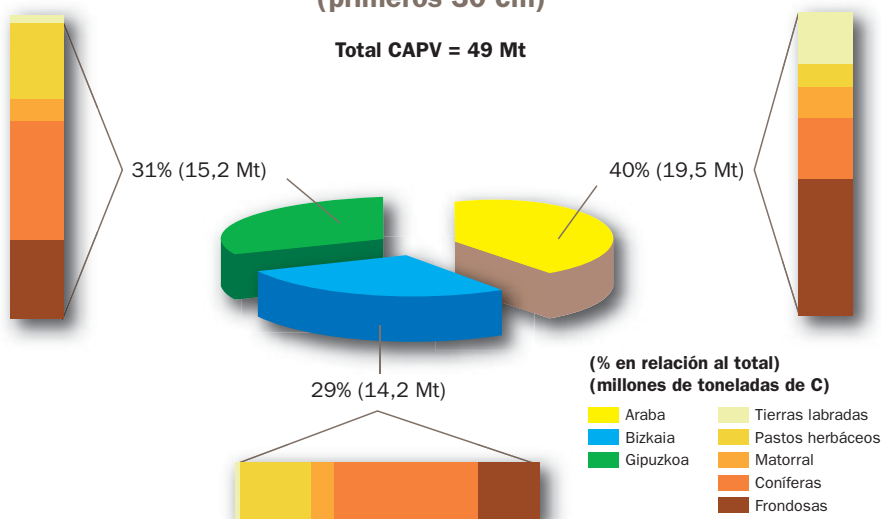


### 3. Stock actual de carbono orgánico de la Comunidad Autónoma del País Vasco

#### a) Suelos

El stock actual de carbono orgánico presente en los primeros 30 cm de suelo de la Comunidad Autónoma del País Vasco se estima en cerca de 49 Mt C (1 Mt = 10<sup>6</sup> t), que se distribuye en un 40% en Araba, un 29% en Bizkaia, y un 31% en Gipuzkoa. Este orden se invierte cuando este contenido de carbono orgánico se expresa por unidad de superficie (67, 70 y 80 t C ha<sup>-1</sup> para Araba, Bizkaia, y Gipuzkoa, respectivamente).

**Distribución del stock estimado de carbono orgánico del suelo (primeros 30 cm)**



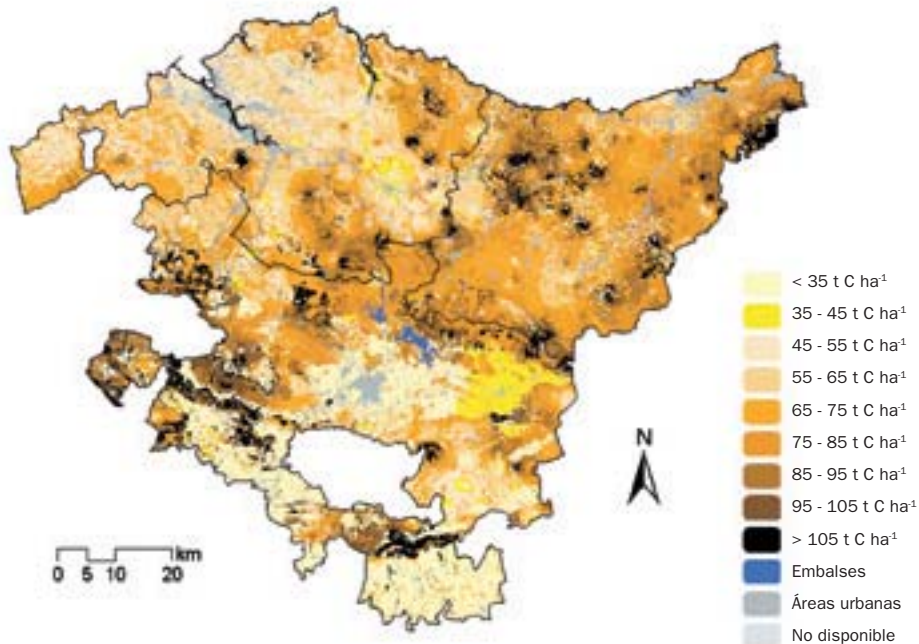
Dentro de cada Territorio Histórico existe un gradiente de mayor a menor contenido de carbono orgánico del suelo por unidad de superficie según uso del suelo en el siguiente orden: forestal > pascícola > agrícola.

Por lo tanto, existe una importante influencia del uso y de la gestión de los suelos de la Comunidad Autónoma del País Vasco sobre los contenidos de carbono orgánico de los mismos, lo que pone de manifiesto que es la acción humana la que introduce una fuerte variabilidad en la distribución del carbono orgánico del suelo. Otros factores que influyen en el contenido de carbono orgánico de los suelos son el clima, la litología, la topografía, el tipo de suelo, así como el historial de uso de la parcela.





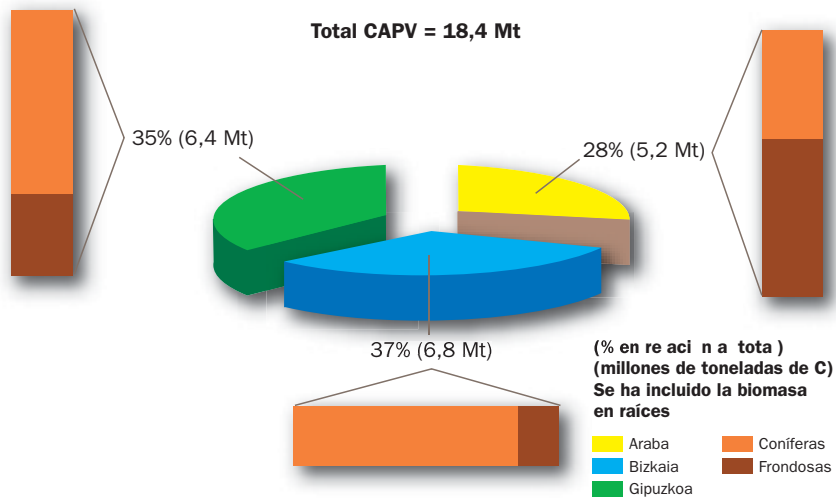
## Stock de carbono orgánico del suelo (primeros 30 cm) de la Comunidad Autónoma del País Vasco



### b) Biomasa forestal

El stock actual de carbono orgánico presente en la biomasa forestal arbolada de la Comunidad Autónoma del País Vasco se estima en 18,4 Mt C (raíces incluidas), que se distribuye en un 28% en Araba, un 37% en Bizkaia, y un 35% en Gipuzkoa (información obtenida con los datos del IFN2 realizado en el año 1996).

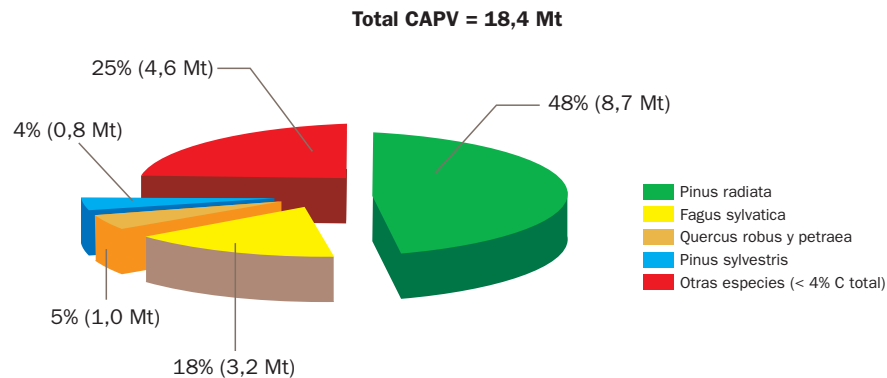
#### Distribución del stock estimado de carbono orgánico en biomasa forestal arbolada





Cerca del 50% del stock de carbono orgánico presente en la biomasa forestal de la Comunidad Autónoma del País Vasco se encuentra en los bosques de pino radiata. Le siguen los hayedos, con cerca del 20%. El stock de carbono orgánico presente en la biomasa de cada una de las restantes especies forestales es, en todos los casos,  $\leq 5\%$  del stock total en biomasa de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

### Distribución del stock estimado de carbono en biomasa forestal arbolada según especies



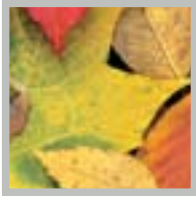
## 4. Pautas para inducir una acumulación adicional de carbono orgánico en los suelos y biomasa de la Comunidad Autónoma del País Vasco

De los principales sumideros de carbono existentes en los ecosistemas terrestres, la materia orgánica del suelo representa el stock de carbono más estable, con un tiempo de residencia mayor que el presente en la biomasa, aunque la acumulación de carbono en esta última juega también un papel importante, dada la rapidez con la que se produce su acumulación y la posibilidad de incrementar su tiempo de residencia mediante el fomento de los productos de madera de ciclo de vida largo. En cualquier caso, las posibilidades de acumular carbono en suelo y biomasa son finitas a excepción de que esta última se utilice para producción de energía en sustitución de combustibles fósiles no renovables (cultivos energéticos). De hecho, se estima que en un período de 50 años se alcanzarán los límites máximos de fijación de carbono mediante técnicas de uso y gestión de tierras agrícolas, pascícolas, y forestales, si bien se espera que este lapso de tiempo permita realizar los reajustes necesarios en los sistemas de producción de energía para poder estabilizar los niveles de  $\text{CO}_2$  liberados a la atmósfera. Asimismo, hay que tener en cuenta que el establecimiento de medidas para incrementar los stocks de carbono en suelos y biomasa conlleva otros efectos beneficiosos desde el punto de vista ambiental, como son una gestión agrícola, pascícola, y forestal sostenible, con la consiguiente mejora de la calidad de las aguas y los suelos y, en general, del medio natural. A continuación se describen diversas actividades favorables a una acumulación de carbono orgánico en los ecosistemas terrestres.

# INVENTARIO DE CARBONO ORGÁNICO EN SUELOS Y BIOMASA DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO



- La forestación/reforestación de terrenos desarbolados, de áreas de cultivos marginales, y de áreas degradadas son las actuaciones que suponen mayores incrementos de carbono en los sumideros ( $0,3 - 1,0 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  en suelos;  $0,7 - 7,0 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  en biomasa). Sin embargo, las posibilidades de llevar a cabo reforestaciones en grandes extensiones de la Comunidad Autónoma del País Vasco son limitadas, sobre todo en la vertiente cantábrica, debido a que la superficie forestal actual es ya considerable teniendo en cuenta los requerimientos socio-económicos de los distintos sectores de producción primaria.
- Mediante la ordenación de montes se pueden obtener capturas constantes de carbono en la biomasa a lo largo del tiempo y, con el uso de una serie de prácticas de gestión de bosques adecuadas, se puede no sólo evitar la pérdida de carbono orgánico del suelo que frecuentemente tiene lugar en plantaciones forestales sino que se puede incluso favorecer e incrementar la acumulación de los stocks de carbono orgánico en los suelos ( $0,2 - 0,7 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ). Entre las prácticas de gestión forestal que se proponen están las siguientes:
  - La realización de labores de preparación del suelo poco agresivas usando técnicas que protejan al suelo contra la erosión y favorezcan el incremento del espesor de los horizontes humíferos.
  - Una fertilización adecuada de las plantaciones forestales que requieran aporte de nutrientes.
  - La elección de especies forestales teniendo en cuenta productividad y calidad de la madera.
  - El aumento de los productos forestales de ciclo de vida largo.
  - La prevención de incendios (fuente importante de  $\text{CO}_2$ ).
- Mediante el fomento del uso de la madera se favorece el efecto “doble sustitución” (una reducción de las emisiones en el proceso de fabricación y la valorización energética de los productos y subproductos obtenidos).
- Se recomienda realizar una mejora de la gestión de pastos cuando los factores climáticos, topográficos, edáficos, e hidrológicos sean favorables a este uso. Con ello se estiman unos incrementos de carbono en el suelo del orden de  $0,2 - 0,5 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ .
- En zonas de pastos con riesgo de degradación de suelos por erosión, abandono por parte de la población, etc., sería aconsejable llevar a cabo una forestación. En general, se recomienda favorecer un mosaico de aprovechamientos forestales, pascícolas, y agrícolas que tenga en cuenta clima, pendiente, riesgo de erosión, tipo de suelo, necesidad de protección de grandes reservorios de agua, etc.



- La gestión agrícola debe reorientarse de modo que se invierta la situación de estos últimos años en los que los suelos agrícolas han actuado como fuente de CO<sub>2</sub>. Técnicas que se recomiendan – siempre que sean compatibles con las condiciones edafoclimáticas y necesidades de los cultivos, así como con los condicionantes socio-económicos – son las siguientes:
  - Laboreo de conservación (0,3 - 0,5 t C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>).
  - Gestión de residuos de cosechas (0,15 t C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> por cada 7 t de paja).
  - Cultivo de cobertera (0,15 t C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>).
  - Adición de materia orgánica exógena de calidad (0,2 - 0,4 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>).
  - Utilización de cultivos energéticos (3,2 - 3,7 t C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> asumiendo que la combustión de estos cultivos compensa el 65 - 75% de las emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles fósiles).
  - Además, se propone una cierta desintensificación de los sistemas de cultivo intensivos, con una reducción de los aportes de fertilización nitrogenada (para reducir emisiones de N<sub>2</sub>O) y del consumo energético.
- Deben establecerse normas de protección de suelos con alta capacidad de retención de carbono orgánico (las turberas, las marismas, suelos hidromorfos, suelos desarrollados sobre materiales volcánicos) y llevar a cabo políticas de gestión que no sólo conserven los suelos, sino que favorezcan el aumento de su espesor y contenido de carbono almacenado (p.e, protección del suelo contra la erosión y medidas que aceleren la formación de suelos en áreas con predominio de suelos con poco espesor, áreas degradadas, o áreas contaminadas).
- El abandono o interrupción temporal de las prácticas llevadas a cabo para incrementar los stocks de carbono orgánico en los suelos se traduce, a menudo, en una rápida pérdida de carbono. Para que las medidas que se adopten sean eficaces, la adopción de una práctica deberá ir acompañada de un compromiso para mantenerla a largo plazo.

Los incrementos de los stocks de carbono que se produzcan en los distintos sumideros terrestres no implican – de acuerdo con la metodología de cálculo establecida en el *Protocolo de Kyoto* y en los *Acuerdos de Marrakech* – un descuento directo en el balance de emisiones de gases de efecto invernadero. De hecho, para el primer período de compromiso (2008-2012), se van a tener en cuenta las variaciones netas y verificables de los stocks de carbono que se produzcan durante esos cinco años derivadas de actividades de forestación, reforestación, deforestación (con carácter obligatorio) y de actividades de gestión agrícola, gestión forestal, gestión de pastos, y reestablecimiento de la vegetación (con carácter opcional), que hayan tenido lugar a partir del año 1990 e inducidas por la actividad humana. Además, se ha establecido un valor límite de gestión de bosques durante el primer período de compromiso que, para el estado español, es de 0,67 Mt C año<sup>-1</sup>. Este valor se ha determinado a partir de datos nacionales o datos FAO, aplicándoles un 85% de descuento, con un techo del 3% de emisiones del año base (este cálculo no sienta en modo alguno un precedente para los siguientes períodos de compromiso).

