



*Estrategias para la  
mitigación del Cambio  
Climático en el sector  
agroforestal.*





## Índice

1. Antecedentes y objeto del informe .....	3
2. Descripción del ámbito geográfico.....	5
2.1. Localización .....	5
2.2. Vegetación.....	6
2.3. Fauna .....	7
2.4. Demografía .....	8
2.5. Actividad económica .....	9
3. El contexto latitudinal de Galicia .....	9
4. Emisiones por sectores .....	10
5. Impactos sobre Ecosistemas .....	13
5.1 Impactos en ecosistemas terrestres .....	13
5.2 Impactos sobre ecosistemas acuáticos continentales.....	14
5.3 Impactos sobre ecosistemas marinos y sector pesquero.....	14
5.4 Impactos sobre la Biodiversidad vegetal .....	15
5.5 Impactos sobre la Biodiversidad animal.....	16
6. Agricultura y Cambio Climático .....	17
6.1. Principales emisiones del sector agrícola .....	18
6.1.1 Introducción.....	18
6.1.2 Gases de efecto invernadero derivados de la producción agraria.....	18
6.2 Estrategias de Mitigación del sector agrícola frente al cambio climático .....	20
6.3 Agricultura y Energía .....	24
7. Sector vitivinícola y cambio climático .....	25
7.1 Principales emisiones del sector vitícola y estrategias de mitigación frente al cambio climático .....	26
8. Sector forestal y cambio climático .....	27
8.1 La bioenergía forestal .....	29
8.2 Estrategias de Mitigación del sector forestal frente al cambio climático.....	32
9. Sector ganadero y cambio climático.....	33
9.1 Estrategias de Mitigación del sector ganadero frente al cambio climático .....	34
9.1.1 Valorización y mejora de las condiciones de los purines.....	36
9.2 Ahorro, eficiencia energética y reducción de GEI .....	37
10. Conclusiones.....	38





## 1. Antecedentes y objeto del informe

La agricultura es el sector económico que depende en mayor medida de las condiciones naturales (y, en consecuencia, del clima), y que las utiliza, modifica o configura.

Su principio reside en un uso sistemático de la energía solar mediante la fotosíntesis de las plantas para, de ese modo, obtener energía en forma de alimentos y piensos. La energía asociada a la fotosíntesis se ha utilizado también desde hace mucho tiempo como fuente de calor (por ejemplo, la biomasa en forma de madera).

Las condiciones climáticas existentes en Europa que hasta el presente han sido muy buenas para la agricultura constituyen un factor determinante para el sector, de múltiples facetas y estructurado de manera muy diversa. Esto significa también que una modificación de las condiciones deberá tener consecuencias en la agricultura y las estructuras regionales medioambientales, económicas y sociales vinculadas a ella.

España, como el resto de los países miembros de la Comunidad Europea, enmarca sus actividades dentro de la Política Agrícola Común (PAC), que ha sufrido profundos cambios para poder hacer frente a los nuevos desafíos a los que se ha tenido que enfrentar a lo largo de su existencia. Los aceptados en 1992 tuvieron ya en cuenta modificaciones a los apoyos al sector agrícola basadas en aspectos ambientales; pero es la Agenda 2000 la que da un paso decisivo en esa dirección, recogiendo como objetivos principales, entre otros, la protección del medio ambiente y el apoyo al desarrollo rural. En la revisión intermedia de la PAC del 2002 se analizaba la evolución del proceso de reforma y la situación de los mercados, lo que provocó una serie de ajustes con objeto de lograr una mayor eficacia en la consecución de los objetivos de la Agenda 2000.

Entre tales ajustes figuraban la necesidad de una mayor y mejor integración de los objetivos ambientales de la PAC y la necesidad de reforzar el desarrollo rural como segundo pilar. En consecuencia, esto originó que en julio de 2003 se aprobara la actual Reforma de la PAC, por la que los agricultores cuentan con la libertad de producir lo que el mercado demande y basada en que la mayor parte de las subvenciones se abonarán con independencia de cuál sea el volumen de la producción. Los estados miembros tratarán de evitar el abandono de la actividad agraria, pudiendo optar por conservar una vinculación limitada entre las ayudas y la producción, bajo circunstancias bien definidas y dentro de unos límites claramente establecidos. Entre los principales elementos de la actual Reforma de la PAC figuran:

1) Vinculación de las ayudas al cumplimiento de las normas en materia de medio ambiente, salubridad de los alimentos, sanidad animal y vegetal y bienestar de los animales, así como a la condición de mantener las tierras agrarias en buenas condiciones agronómicas y ambientales, concepto que se ha denominado 'condicionalidad'.



- 2) Una política de desarrollo rural reforzada, lo que supone mayor apoyo a las medidas para promover la protección del medio ambiente, la calidad y el bienestar animal.
- 3) Una reducción de las ayudas directas -modulación- a fin de financiar las nuevas medidas de desarrollo rural.

De esta manera se introduce, definitivamente, el concepto de condicionalidad, que venía figurando, aunque de forma menos precisa en los antecedentes de la Agenda 2000, como herramienta al servicio de lo demandado por la sociedad en lo referente al respeto al medio ambiente y al bienestar de los animales. Los agricultores y ganaderos han de tener en cuenta que tanto para recibir las ayudas directas, como para recibir una ayuda única por explotación disociada de la producción, deberán respetar el medio ambiente. En íntima relación con lo descrito en el Reglamento (CE) 1782/2003, España publicó el Real Decreto 2352/2004, sobre la aplicación de la condicionalidad en relación con las ayudas directas en el marco de la PAC, que tiene como finalidad desarrollar las buenas condiciones agrarias y ambientales que deberá cumplir el agricultor con arreglo al anexo IV del citado Reglamento.

En cuanto a las emisiones de CH<sub>4</sub> del sector agrario, éstas están fuertemente vinculadas al ámbito ganadero y se producen como consecuencia de las fermentaciones entéricas en los rumiantes sobre todo, y también durante la fermentación del estiércol. Así, los Ministerios de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), y de Medio Ambiente, llevan a cabo una serie de trabajos, encuadrados en el marco de la Directiva IPPC, para el estudio de las emisiones en la ganadería y el desarrollo de mejores tecnologías disponibles en los campos de alimentación técnicas de alimentación por fases, reducción de los contenidos de proteína bruta y suplemento con aminoácidos-; gestión de purines en el establo -nuevos diseños de fosas, frecuencia de recogida, etc.-; almacenamiento de purines en el exterior; y aplicación al terreno de purines. Los primeros resultados de estos estudios, aún en curso, revelan que las técnicas evaluadas permiten reducir sobre todo las emisiones de nitrógeno (como amoníaco y como N<sub>2</sub>O), con reducciones menores o inapreciables en el caso del CH<sub>4</sub>.

Por otra parte, la agricultura extensiva contribuye a la reducción de emisiones mediante la eliminación de la quema de restos de cultivos en el campo, que además es una práctica agrícola desaconsejable desde el punto de vista de la fertilidad de los suelos, factor relevante en amplias zonas españolas con problemas de erosión y desertificación. También se puede incidir aplicando nuevas técnicas de laboreo que minoren las emisiones a la atmósfera.

Así, a la hora de definir políticas y medidas para la reducción de las emisiones se siguen las pautas marcadas en el pasado a través de cuatro líneas de actuación, englobadas en dos tipos de medidas:

- 1) Medidas de diagnóstico y control:
  - a) Desarrollo y mantenimiento de sistemas de información geográfica que permitan la detección de los problemas de emisión y el seguimiento de su evolución temporal, así



como la evaluación de la eficacia de las políticas correctoras aplicadas.

b) Mantener y aumentar el esfuerzo de I+D de manera que sea posible optimizar las inversiones a través de un mejor conocimiento de los escenarios y los procesos.

2) Medidas correctoras:

a) Establecimiento de medidas concretas que permitan la reducción de emisiones en cada área geográfica

b) Establecer actuaciones coordinadas con otros sectores productivos que permitan, sin generar problemas adicionales para el sector agrario, utilizar la capacidad que este tiene para absorber subproductos procedentes de otras áreas; es decir, actuaciones cuya eficacia reductora se computará en otros sectores.

## **2. Descripción del ámbito geográfico**

### ***2.1. Localización***

Galicia con una extensión de 29.575 Km<sup>2</sup> se sitúa en el límite noroccidental de la Península Ibérica y se presenta como el vértice más occidental europeo, siendo su posición una encrucijada geográfica donde interactúan dominios ecológicos bien diferenciados.

Galicia es una región de relieve complejo, donde dominan las áreas inclinadas sobre las zonas llanas. Así el paisaje es una sucesión de valles y montañas, con predominio de laderas con pendientes habitualmente fuertes, existiendo también pequeñas depresiones sedimentarias. Así la montaña es un componente paisajístico muy importante en Galicia, afirmándose que "en Galicia lo que no es valle es monte".

La topografía de Galicia es la de un área montañosa, donde más del 50% del territorio tiene pendientes superiores al 20%, y la pendiente media es de 21,5%.

Los materiales de la zona Oeste de Galicia son graníticos del período hercínico, aparecen también en la zona Este y ocupan un total del 40% de la superficie. Otras rocas presentes son esquistos y gneises de bajo contenido en cuarzo, y algún macizo de rocas ultrabásicas y metabásicas, que representan un 5% de la superficie gallega. Hacia la parte este, las rocas son principalmente losas, filitas y esquistos de alto contenido en cuarzo, apareciendo también areniscas y cuarcitas. Es frecuente además encontrar rocas sedimentarias con arcillas de diferente grado de alteración, areniscas y depósitos de lignitos.

Por lo general se trata de suelos ricos en materia orgánica, ácidos, pobres en nutrientes, con horizontes poco evolucionados y bien drenados debido al predominio de fracciones gruesas, favoreciendo una baja capacidad de retención de agua, con el consiguiente aumento de los efectos de la sequía estival.

El carácter lluvioso de la región ha producido una evolución de los suelos hacia una acidez de un pH 3,5-4, que limita el cultivo agrícola, pero no el forestal.



## 2.2. Vegetación

El clima gallego, lluvioso y templado, es muy bueno para el desarrollo de las especies típicas del bosque caducifolio. A pesar de que existe al menos un mes de aridez, sólo en el sur de la región se dan fenómenos de balance hídrico negativo, por lo que sólo aquí aparecen especies xerófilas pertenecientes al dominio mediterráneo.

El bosque gallego típico está formado por especies caducifolias, como el roble y el castaño, cuyas formaciones se han visto muy reducidas en los últimos años por la acción humana. Es por ello que el paisaje boscoso gallego está hoy formado sobre todo por pinares —introducidos hace poco más de un siglo— y, desde hace unos años, por bosques de eucaliptos, que en algunas zonas desplazan a los anteriores.

Como comentamos anteriormente la vegetación gallega está intensamente transformada por la acción antrópica, una transformación que se remonta a la Prehistoria pero que ha sido más intensa en el siglo XX. Esta transformación se observa en los bancales de las laderas, la introducción del viñedo, en el sur, y el avellano, y a partir de 1950, por la intensa repoblación del bosque con especies de crecimiento rápido y aprovechamiento económico: el pino y una especie importada: el eucalipto. El pino es una especie autóctona, pino gallego, pero su extensión por las tierras bajas es labor de la mano del hombre. Estas especies introducidas ocupan las laderas de las montañas más próximas a la costa.

La especie dominante del bosque gallego es el roble, con dos variedades: melojo o rebolo, propio del interior y el sur; juntos forman el bosque del piso basal. Por encima, en el piso montano, aparece el haya pero esta es una especie excepcional, relegada a las regiones más húmedas del interior. Más abundante en este piso es el avellano y las especies subseriales de acebo, tejo y arce. En el sotobosque predominan los helechos. En las pocas regiones que aparece el piso subalpino predomina el abedul, mezclado con servales, acebos, avellanos, fresnos y olmos.

En los valles orientados hacia la meseta, del sur orensano, aparecen especies mediterráneas como la encina, también tienen mucha importancia los bosques de ribera, ligados a los fondos de valle y con especies como el fresno y el olmo. En Galicia se conoce como fraga al bosque, y más específicamente al bosque denso de ribera.

Sin embargo, más de la cuarta parte del espacio gallego está ocupado por especies de matorrales, debido a la degradación del bosque, bien sea por causas naturales o antrópicas. En ella predominan el tojo, el brezo en las zonas más secas, los piornos y las escobas, las jaras y los enebros en las zonas más elevadas.

Se caracterizan por una serie de cultivos de pocos meses sin intervalos de descanso entre ellos. Hay un cultivo de verano que por orden de importancia puede ser: maíz, girasol o sorgo o híbridos del mismo y otro de invierno-primavera, que puede ser veza-avena, raigrás alternativo o westerwold, cebada-avena o otros tipos de raigrás autóctono.



También podemos considerar el cultivo de alfalfa, como la leguminosa de interés para aquellas zonas que reúnan condiciones adecuadas de suelos profundos y sanos.

Corresponden estas alternativas a explotaciones con limitación en superficie respecto a la carga ganadera disponible, o bien, a aquellas situadas en zonas de climatología continental y que no permiten un desarrollo normal de las praderías. En este último caso, necesitan el riego de los cultivos para su viabilidad.

Entre los cultivos podemos distinguir tres tipos bien diferenciados:

**Alternativas intensivas.** Se caracterizan por una serie de cultivos de pocos meses sin intervalos de descanso entre ellos. Hay un cultivo de verano que por orden de importancia puede ser: maíz, girasol o sorgo o híbridos del mismo y otro de invierno-primavera, que puede ser avena, raigrás alternativo o westerwold, cebada-avena o otros tipos de raigrás autóctono. También podemos considerar el cultivo de alfalfa, como la leguminosa de interés para aquellas zonas que reúnan condiciones adecuadas de suelos profundos y sanos.

Corresponden estas alternativas a explotaciones con limitación en superficie respecto a la carga ganadera disponible, o bien, a aquellas situadas en zonas de climatología continental y que no permiten un desarrollo normal de las praderías. En este último caso, necesitan el riego de los cultivos para su viabilidad.

**Alternativas extensivas.** Se corresponden con las praderas propias de las zonas húmedas. Básicamente son fórmulas compuestas por gramíneas y leguminosas buscando el equilibrio nutritivo en energía y proteína por un lado y un reparto de la producción a lo largo del año por otro, combinando las gramíneas con mayor o menor resistencia, tanto a las temperaturas de verano como a la falta de humedad en esas fechas.

Son la solución ideal en aquellas zonas que tienen las condiciones apropiadas para su implantación, es decir, superficie suficiente para la carga ganadera existente, climatología adecuada y terrenos apropiados.

**Alternativas semi-intensivas o semi-extensivas.** Comprende una serie de posibilidades entre las dos anteriores, es decir, se pueden constituir basándose en parte del terreno dedicado a alternativas extensivas y, por otra parte, a intensivas, o bien poder alcanzar mediante cultivos intensivos combinados con praderías de duración media.

En resumen, las alternativas no deben ser rígidas en ningún momento y el ganadero debe tener la suficiente visión para adaptarla a las circunstancias propias de su explotación en función, también de la climatología dominante.

### **2.3. Fauna**

Galicia es una zona de transición entre dos mundos faunísticos, el Eurosiberiano y el Mediterráneo; es por ello que suele considerarse como un gran ecotono, donde la riqueza



herpetológica, mastozoológica y ornitológica es muy grande, gracias a la confluencia de esos dos ambientes tan diferentes.

La importante diversidad de ambientes (litoral, montañoso, estepario, etc.) es un factor determinante en gran medida de la riqueza de especies animales y vegetales presente en nuestra tierra.

Galicia cuenta con un total de 56 tipos de hábitats de interés comunitario, 10 de ellos de carácter prioritario por la Directiva Hábitats (92/43/CEE). La mayor parte de estos hábitats de interés comunitario presentes en el territorio gallego corresponden con hábitats costeros y halófilos, sistemas dunares, pastos naturales y seminaturales y finalmente los bosques.

Teniendo en cuenta lo ya dicho sobre vegetación y factores ambientales que condicionan los tipos de hábitat presentes en Galicia, se puede concluir que el inventario es muy amplio dónde existen múltiples grupos faunísticos, de los cuales destacamos la gran variedad de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Aunque en los últimos años están apareciendo publicaciones sobre grupos que tradicionalmente estaban olvidados (insectos, carábidos, lepidópteros, etc.)

#### ***2.4. Demografía***

Como muestran los indicadores demográficos, la población gallega continúa con su tendencia al envejecimiento, con una edad media de la población que pasó de 36 años en 1981 a 43.9 años en 2005.

La población en Galicia presentan un carácter marcadamente rural, posee características como la población extremadamente dispersa y una alta tasa de ocupación agraria definen este carácter rural. Otros factores, como el descenso de la población, el envejecimiento o el despoblamiento de unas zonas en beneficio de otras, se están produciendo también en el resto de Europa pero presentan en Galicia características destacables.

Para entender el contexto demográfico gallego es importante destacar que mientras que la población española no ha dejado de crecer a lo largo de los últimos años, la población gallega ha experimentado una evolución muy diferente, presentando una clara tendencia al estancamiento. Esto ha motivado que el porcentaje que representa la población gallega respecto del total del Estado se haya visto reducido, pasando de representar un 6,75% de la población española en el año 2000 a un 6,26% en 2005.

El medio rural gallego está muy vinculado a las actividades ganaderas, la producción de leche y la de vacuno de carne son, por este orden, los principales activos del sector ganadero en Galicia, otras especies como el ovino y el caprino, están alcanzando cada vez mayor relevancia en cuanto a la rentabilidad de las explotaciones

El porcino se concentra en La Coruña y Lugo, junto con la cunicultura, ya que es una de las principales regiones productoras de conejos. La cabaña avícola es una de las más importantes de España, sobre todo en gallinas ponedoras. Orense en la provincia con una mayor presencia de la cabaña avícola. La producción de carne de pollo, cerdo y conejo supera ampliamente a la carne de vacuno.



## **2. 5. Actividad económica**

La estructura productiva de la economía gallega, evaluada en términos de contribución de cada uno de los sectores económicos al valor añadido bruto, muestra el importante peso del sector primario, siendo éste menor en el sector servicios dentro del entramado económico gallego. Además, el análisis input-output evidencia la desarticulación sectorial y, en consecuencia, la desintegración económica interna y la dependencia exterior.

No obstante, se observa al mismo tiempo la presencia de conglomerados industriales bien asentados, de actividades competitivas e innovadoras con un importante potencial (moda y confección, biotecnología, química...) y de ventajas competitivas en algunas actividades, como la pesca, el marisqueo y la acuicultura. A pesar de la relativa concentración de la actividad económica en el Eje Atlántico, se constata la vinculación de la base productiva a factores endógenos de calidad, y distribuidos en todo el territorio, que favorecen en cierto modo el equilibrio territorial.

## **3. El contexto latitudinal de Galicia**

Galicia queda enmarcada entre los 42° y 44° de latitud norte, en una posición excéntrica dentro del continente. Esta zona noroccidental de Europa se erige en una encrucijada, en un punto de encuentro de diversas masas de aire que le imprimen a la sucesión de tipos de tiempo una extraordinaria variedad y animación.

Esa excentricidad le confiere a Galicia un marcado carácter oceánico, que se traduce en una apreciable suavidad térmica, en ambientes húmedos y abundantes precipitaciones. La localización latitudinal de Galicia la enmarca en la zona de circulación prevaleciente de los oestes.

Por otra parte, su situación en el sector más noroccidental de la península Ibérica la configura como primero punto de llegada de las perturbaciones atlánticas. No obstante, la comunidad gallega recibe influencia de distintas masas de aire de características termodinámicas muy dispares. De este modo, llegan a Galicia tanto masas de aire cálidas y húmedas (tropicales marítimas) como varios tipos de masas de aire frío procedentes de latitudes superiores con distinto contenido de humedad (masas de aire ártico marítimo, ártico continental y polar continental). Galicia está, por lo tanto, localizada en una zona de transición de distintos tipos de masas de aire, del que se deduce que las conclusiones de estudios de variaciones climáticas realizadas tanto para el norte de Europa como para otras zonas de España, como por ejemplo para el Mediterráneo, no son directamente extrapolables para la comunidad gallega, necesiándose luego un estudio individualizado para esta región.



#### 4. Emisiones por sectores

El modelo energético español tiene evidentes problemas de sostenibilidad, tanto en la seguridad de suministro y dependencia energética como en su impacto ambiental. La única solución frente al problema del cambio climático es la transformación del modelo energético actual en uno más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

Las emisiones totales en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) equivalente en España en 2005 han supuesto 440.64 millones de toneladas. Un 52.2% más que en 1990, más de tres veces lo permitido por el Protocolo de Kioto para 2008-2012. Entre 1990 y 2005, en España se han repartido de la siguiente forma las emisiones entre los diferentes sectores:

España, en tanto que Parte del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y del Protocolo de Kioto, tiene la obligación de elaborar y presentar anualmente un inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El inventario nacional cubre todas las fuentes de emisión de GEI y recoge también la absorción de CO<sub>2</sub> por parte de los sumideros forestales. Las principales categorías del inventario son: energía, procesos industriales, agricultura, residuos, y actividades forestales.

España tiene el perfil emisor típico de un país industrializado, donde dominan las emisiones procedentes del manejo de la energía, industria (en parte energía) y el transporte (también energía) en cuanto a sectores, y el CO<sub>2</sub> en cuanto a gases. En 2006 el sector energético fue responsable del 78,5% de las emisiones de GEI, presentando un aumento del 60% respecto a las de 1990.

Las emisiones en España muestran una tendencia de crecimiento significativo desde el año 1990, con ligeros descensos puntuales para algunos años como el 1993 y 1996.

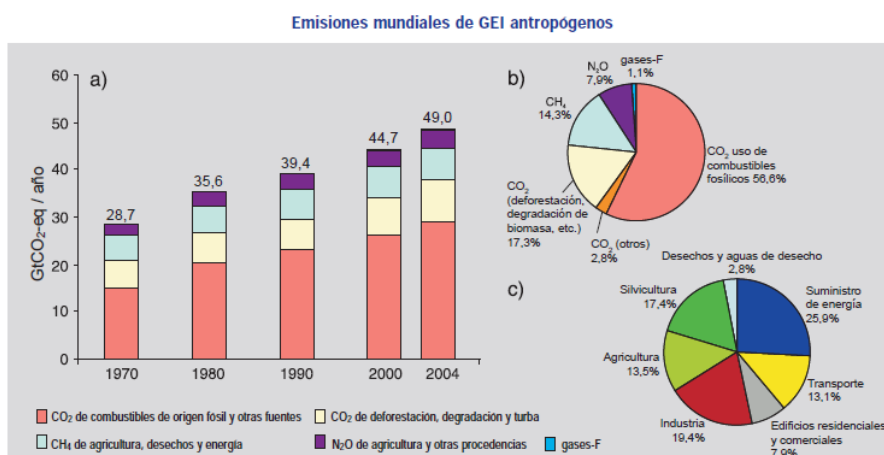
Esto ha llevado a unas emisiones totales en CO<sub>2</sub> equivalente de 440,7 Mt en 2005, frente a las 289,6 Mt de 1990 (un incremento del 52%).

Antes de abordar las posibles estrategias de mitigación, conviene hacer un análisis del inventario español de emisiones de GEI: ¿por qué las emisiones han crecido tanto desde 1990. El fuerte desarrollo económico, aumento de la población, el incremento de la demanda energética y el crecimiento de la movilidad son factores clave.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> tienen obviamente lugar en el contexto económico general del país, que se ha caracterizado en los últimos años por un elevado crecimiento. Desde 1995 el crecimiento interanual del PIB español se mantiene por encima del de la media de la UE-15 (en el intervalo 2002-2006 los porcentajes han sido: 2,2, 2,5, 2,7, 3,4 y finalmente 3,8% en 2006, mientras que en 2005 y 2006 en la UE fueron 1,7 y 2,9%, respectivamente y en los doce países de la zona euro 1,4 y 2,7%). Mientras que en 1995 el PIB per cápita español estaba 13% por debajo de la media europea, en 2004 la diferencia ha sido solamente de un 2%.



Uno de los mayores retos a los que nos enfrentamos en España en la lucha contra el cambio climático es lograr desacoplar crecimiento económico y emisiones de GEI. Según el reparto dentro de la UE del Protocolo de Kioto, España debería emitir en 2010 sólo un 15% más gases de efecto invernadero que en 1990. Sin embargo, en 2006 contaminó un 48% más, tras un año de una fuerte reducción



El Informe Especial del IPCC sobre escenarios de emisiones (IEEE, 2000) proyecta un aumento de las emisiones mundiales de GEI de entre 25% y 90% (CO<sub>2</sub>-eq) entre 2000 y 2030, suponiendo que los combustibles de origen fósil mantengan su posición dominante en el conjunto mundial de fuentes de energía hasta 2030 como mínimo. Otros escenarios más recientes, que no contemplan medidas de mitigación de las emisiones adicionales, arrojan resultados similares.

### Emisiones de CO<sub>2</sub>

En la siguiente tabla se pueden ver las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente por comunidad autónoma:



COMUNIDAD AUTÓNOMA	EMISIONES DE CO2-eq(kt)						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
ANDALUCIA	52.690	53.031	55.702	58.157	60.659	65.691	65.415
ARAGÓN	21.595	19.523	21.684	21.747	22.155	22.865	22.645
ASTURIAS	33.542	30.943	33.603	32.390	32.977	33.872	30.633
BALEARES	8.840	9.181	9.323	10.461	10.144	10.303	10.567
CANARIAS	14.153	14.744	14.567	15.327	16.829	17.290	16.453
CANTABRIA	4.441	4.880	5.035	5.081	5.351	5.444	5.440
CASTILLA-LEÓN	42.700	42.697	45.640	44.972	46.885	46.538	43.636
CASTILLA-LA MANCHA	24.607	25.286	25.414	25.403	26.964	27.325	27.998
CATALUÑA	53.239	52.193	51.350	54.058	56.769	59.163	57.019
CEUTA	333	337	385	405	389	389	438
VALENCIA	28.068	28.695	30.050	31.460	32.232	33.336	33.371
EXTREMADURA	7.353	7.718	7.742	8.133	8.381	8.542	8.994
GALICIA	34.047	34.818	36.910	35.784	36.993	35.706	34.585
LA RIOJA	2.558	2.636	2.714	2.837	3.032	4.377	4.489
MADRID	23.510	25.269	25.605	26.780	27.341	28.461	28.299
MELILLA	255	272	272	291	288	301	333
NAVARRA	5.962	6.021	6.306	7.545	8.408	8.153	7.892
PAÍS VASCO	19.260	19.030	21.184	20.957	21.753	24.415	24.535
MURCIÁ	7.827	8.188	9.134	8.349	8.489	8.717	10.596



## 5. Impactos sobre Ecosistemas

Los efectos del cambio climático difieren para los ecosistemas de la región Atlántica, limitados por temperatura, y para los de la región Mediterránea, limitados por agua. Mientras la productividad podría aumentar con el cambio climático en los primeros, posiblemente disminuya en los segundos.

El cambio climático alterará la fenología y las interacciones entre especies, se producirán migraciones altitudinales y extinciones locales, la expansión de especies invasoras y plagas se verá favorecida, aumentará el impacto de las perturbaciones, tanto naturales como de origen humano, y afectará a la estructura y funcionamiento de los ecosistemas terrestres.

Los ecosistemas que se encuentran en su límite ecológico o geográfico (formaciones cuyo balance hídrico es cero, ecosistemas dominados por especies relictas de climas pasados, ecosistemas de alta montaña, ciertas formaciones de zonas áridas) son los que se verán más afectados por el cambio climático.

Unos ejemplos: entre los ecotonos, el límite inferior del bosque determinado por la aridez es donde con mayor rapidez se podrán sentir los efectos del cambio climático; los melojares de *Quercus pyrenaica* se expandirán a expensas de robledales y bosques atlánticos y los fragmentos aislados de estos últimos que quedan dispersos en rincones del Sistema Central (Peña de Francia, Gredos, Guadarrama) tenderán a desaparecer; los componentes boreoalpinos de los pastizales de alta montaña en el Pirineo catalán son los más afectados por el calentamiento, etc.

Entre las principales necesidades de investigación destaca la consolidación de redes de seguimiento ecológico a largo plazo, el estudio de las interacciones tanto entre factores ambientales como entre especies y niveles tróficos, y la determinación de valores mínimos de tolerancia (climáticos, estructurales, funcionales) en sistemas vulnerables al cambio climático.

### 5.1 Impactos en ecosistemas terrestres

**Bosques:** Los bosques juegan un particular y único rol debido a su larga escala de tiempo para cambiar. El calentamiento global a un nivel de 1.5 a 3.5 grados en los próximos 100 años es equivalente al movimiento de las isotermas hacia la dirección de los polos de 150 a 550Km o a un cambio de altitud de 150 a 550m en áreas montañosas en el mismo período.

**Pastizales:** Pequeños cambios en las temperaturas extremas y en la precipitación tienen grandes y desproporcionados efectos en estas regiones debido a la vulnerabilidad y la disponibilidad de agua y en el balance del agua.



**Desiertos:** Son caracterizados por temperaturas extremadamente altas y precipitaciones extremadamente bajas. En estos extremos probablemente se incrementarán con la influencia del Cambio Climático. La desertificación está definida como la degradación de la Tierra en áreas naturalmente secas como resultado de varios factores incluyendo variación de clima y actividades humanas. La desertificación probablemente sea irreversible si el medio ambiente llega a ser más seco.

**Criosfera:** Las regiones con nieve, hielo y escarcha permanente forman la criosfera. Esta región notó el mayor indicio del calentamiento global en el último siglo. La reducción del hielo en lugares a altas latitudes cambia el albedo global y permite el derretimiento de la escarcha permanente y la liberación de hidratos de metano.

**Regiones montañosas:** El calentamiento en regiones montañosas cambia la cubierta de nieve y podría impactar suministros de agua, turismo, madera y producción eléctrica. Los ecosistemas adaptados específicamente a alturas intermedias podrían migrar hacia arriba en la pendiente en un clima más cálido pero los ecosistemas típicos localizados en la cima de la montaña no tienen donde migrar bajo tales cambios.

### ***5.2 Impactos sobre ecosistemas acuáticos continentales***

La importancia de los ecosistemas acuáticos continentales españoles radica, entre otros motivos, en su gran diversidad de ecotipos y en que son, en su mayoría, ambientes distintos de los europeos templados y fríos, con multitud de lugares endorreicos y ecosistemas temporales, así como floras y faunas singulares y muy específicas.

Con un gran nivel de certeza se puede asegurar que el cambio climático hará que parte de los ecosistemas acuáticos continentales españoles pasen de ser permanentes a estacionales; algunos desaparecerán.

La biodiversidad de muchos de ellos se reducirá y sus ciclos biogeoquímicos se verán alterados. La magnitud de estos cambios aún no puede precisarse.

Los ecosistemas más afectados serán: ambientes endorreicos, lagos, lagunas, ríos y arroyos de alta montaña (1600-2500 m), humedales costeros y ambientes dependientes de las aguas subterráneas.

Las posibilidades de adaptación de los ecosistemas acuáticos continentales españoles al cambio climático son limitadas. Para paliar los efectos hacen falta políticas de ahorro de agua, mejora de su calidad, conexión ambiental entre estos ecosistemas e intensificación de las medidas de conservación de los ambientes terrestres que los rodean.

### ***5.3 Impactos sobre ecosistemas marinos y sector pesquero***

Los efectos del cambio climático diferirán para ecosistemas de afloramiento o de zonas estratificadas, así como de zonas costeras u oceánicas. Se prevé una reducción de la productividad de las aguas españolas, dadas sus características de mares subtropicales o templados cálidos.



Los cambios afectarán a muchos grupos de organismos, desde fitoplancton y zooplancton a peces y algas. Habrá cambios en las redes tróficas marinas, afectando a las especies recurso, sobre todo en su fase larvaria y en el reclutamiento.

Es esperable el cambio de distribución de muchas especies, tanto de especies pelágicas como bentónicas, con aumento de especies de aguas templadas y subtropicales y disminución de especies boreales. Entre las especies que pueden verse afectadas se encuentran especies anadromas (reproducción en el río y crecimiento en el mar), salmón y esturión o catadromas (reproducción en el mar y crecimiento en el río) anguila. Es posible un aumento de especies invasoras.

Los cultivos marinos no subsidiados con alimento pueden verse afectados por la reducción de la productividad marina. Son esperables incrementos en la aparición de especies de fitoplancton tóxico o de parásitos de especies cultivadas, favorecidas por el incremento térmico de las aguas costeras.

Las zonas y sistemas más vulnerables al cambio climático son las comunidades bénticas y, entre ellos, los ecosistemas que están conformados por los organismos más longevos y de crecimiento más lento, como son los corales rojos del Mediterráneo y los corales negros de Canarias; los campos de algas de cierta profundidad, marismas y praderas de Posidonia oceánica del Mediterráneo, las praderas de Cymodocea nodosa y poblaciones de Zostera noltii de Canarias, y las praderas de Z. noltii y Z. marina de la costa atlántica Ibérica, y las praderas de algas pardas del conjunto de las costas españolas.

#### ***5.4 Impactos sobre la Biodiversidad vegetal***

Los impactos directos del cambio climático sobre la diversidad vegetal se producirán a través de dos efectos antagónicos: el calentamiento y la reducción de las disponibilidades hídricas. La «mediterraneización» del norte peninsular y la «aridización» del sur son algunas de las tendencias más significativas.

Los impactos indirectos más importantes son los derivados de cambios edáficos, cambios en el régimen de incendios y ascenso del nivel del mar para la vegetación costera. Las interacciones con otros componentes del cambio global y la modificación de las interacciones entre especies constituyen otra fuente potencial de impactos sobre los que empiezan a acumularse evidencias.

La simplificación estructural de la vegetación y el predominio de las extinciones locales sobre las recolonizaciones son tendencias recurrentes de los distintos impactos. Las pérdidas de diversidad florística tienen una relevancia especial en el caso español, puesto que nuestro país alberga una proporción muy elevada de la diversidad vegetal europea.



La vegetación de alta montaña, los bosques y arbustados caducifolios sensibles a la sequía estival, los bosques esclerofilos y lauroides del sur y suroeste peninsular y la vegetación litoral se cuentan entre los tipos más vulnerables.

La red de espacios protegidos y la política de conservación, la restauración ecológica, la gestión forestal, la regulación de los usos ganadero y cinegético, la ordenación del territorio, la evaluación ambiental y la educación ambiental son las políticas más involucradas en el reto de aportar respuestas a los impactos del cambio climático.

Las tres líneas principales de investigación que deben fomentarse son: el seguimiento de los cambios en curso, incluyendo programas a largo plazo de medidas sobre el terreno; las respuestas de las especies y comunidades a los cambios, y la elaboración de modelos predictivos, basados en la información suministrada por las anteriores y en las proyecciones de los modelos del clima.

### **5.5 Impactos sobre la Biodiversidad animal**

España es, posiblemente, el país más rico en especies animales de la UE, y es el que posee el mayor número de endemismos, por lo que los cambios en la diversidad animal tienen una especial relevancia.

El cambio climático producirá cambios fenológicos en las poblaciones, con adelantos (o retrasos) en el inicio de actividad, llegada de migración o reproducción. Cabe esperar desajustes entre predadores y sus presas debidos a respuestas diferenciales al clima.

Otro efecto previsible es el desplazamiento en la distribución de especies terrestres hacia el Norte o hacia mayores altitudes, en algunos casos con una clara reducción de sus áreas de distribución; en los ríos las especies termófilas se desplazarán aguas arriba y disminuirá la proporción de especies de aguas frías; en lagunas y lagos, la altitud, la latitud y la profundidad tienen efectos similares sobre las comunidades en relación con la temperatura. Asimismo, el

cambio climático puede producir una mayor virulencia de parásitos y un aumento de poblaciones de especies invasoras.

Las zonas más vulnerables al cambio climático son las zonas costeras, humedales, cursos de agua permanentes, que pasarán a estacionales, y estacionales, que tendrán un caudal más irregular o incluso desaparecerán, zonas de alta montaña y pastizales húmedos. La vulnerabilidad es máxima para hábitat específicos (sobre todo de montaña) totalmente aislados que albergan fauna endémica que no tiene capacidad de migrar o donde no existe la posibilidad de crear corredores naturales o no hay lugares hacia donde migrar.

Con el cambio climático podrían desaparecer a corto plazo poblaciones importantes y a medio plazo la totalidad de sus hábitats disponibles. Varios ejemplos de reptiles vulnerables en zonas de montaña del Sur y Centro: *Algyroides marchii*, *Lacerta monticola cyreni*, *Podarcis carbonelli*, *Lacerta schreiberi*, *Salamandra longirostris*...



Las principales soluciones de gestión deben incluir el diseño de reservas y parques naturales con la inclusión de corredores biológicos entre ellas.

La red de áreas protegidas debería incorporar gradientes latitudinales y altitudinales para proteger a poblaciones en vías de desplazamiento geográfico debido al cambio climático.

Deben identificarse las zonas o áreas especialmente sensibles al cambio climático, sobre todo para especies que no tengan opción para desplazar su hábitat.

## **6. Agricultura y Cambio Climático**

La agricultura no se limita a ser víctima del cambio climático, sino que también contribuye a las emisiones de efecto invernadero; concretamente, se trata al respecto no de emisiones de CO<sub>2</sub>, sino de metano y óxido nitroso, originadas por los cambios en la utilización del suelo y la propia producción agraria.

La agricultura puede aportar una importante contribución a la protección del clima, velando, por ejemplo, no sólo por mantener las reservas de carbono existentes en el suelo, sino también por aumentarlas mediante la formación sistemática de humus, reduciendo el consumo de energía y produciendo biomasa de manera ecológica y sostenible para usos energéticos.

Los cambios climáticos, en particular el previsible aumento de las temperaturas y, aún en mayor medida, la variación del volumen de las precipitaciones, afectarán a la agricultura de algunas regiones de Europa de manera devastadora.

Especialmente en Europa meridional, la falta persistente de lluvias, que podría convertirse en sequías con la consiguiente posibilidad de desertificación, hará probablemente imposible la producción agraria. Además, los incendios pueden afectar masivamente a las superficies agrarias.

Catástrofes de gran magnitud amenazan la economía de estas regiones y según todos los estudios científicos, el cambio climático incidirá en las plagas y enfermedades, las cuales reducirán de forma muy significativa los rendimientos de los cultivos más importantes para la alimentación.

La alteración en el ciclo vital de los patógenos dará lugar a:

- Cambios en la distribución geográfica de los patógenos.
- Cambios en la incidencia y severidad de las enfermedades.
- Modificación en la estrategia empleada para el control de enfermedades.



Por esta razón, es necesario hacer cuanto sea necesario para contener en el mínimo nivel posible la incidencia negativa en la agricultura gracias a un programa de protección climática, global y de amplio alcance. Además, es indispensable acometer actuaciones destinadas a la adaptación de la actividad agraria al cambio climático.

El sector agrario habrá de adaptarse de forma eficiente y rápida a las transformaciones y alteraciones que tendrán lugar en el clima, ya que del éxito o fracaso de estas acciones depender la continuidad de la actividad agraria.

La investigación y la innovación deben ser factores claves en la lucha contra el cambio climático. Entre las acciones de adaptación debe considerarse el fomento de nuevas especies y variedades vegetales más adaptadas al cambio climático. En este sentido, cobran especial relevancia los avances en la mejora genética del material vegetal y animal.

### ***6.1. Principales emisiones del sector agrícola***

#### **6.1.1 Introducción**

Las emisiones relacionadas directamente con la agricultura, con arreglo a la definición del IPCC, se sitúan entre el 10 % y el 12 %. La contribución global de la agricultura a las emisiones totales de efecto invernadero se estima entre 8 500 y 6 500 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> eq., lo que corresponde a una cuota global de 17-32 %.

En el caso de Europa se calcula que el porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero es claramente menor que a escala mundial. Basándose en un método de cálculo utilizado por el IPCC, la Comisión menciona la cifra de 9 %.

Desde 1990 la agricultura pudo reducir un 20 % las emisiones en la UE-27, y un 11 % en la UE-15. No obstante, en el método de cálculo del IPCC no se tienen en cuenta las emisiones que se derivan de los cambios de la utilización del suelo ni de la energía consumida en la producción de fertilizantes y productos fitosanitarios o para el combustible que necesitan los tractores.

De ello resulta que, por ejemplo, la Comisión evalúa en un 6 % la cuota de la agricultura en las emisiones en Alemania y que, en cambio, el Gobierno federal le atribuye un valor comprendido entre el 11 y el 15 %, ya que en su evaluación incluye todas las emisiones originadas en las actividades agrarias.

#### **6.1.2 Gases de efecto invernadero derivados de la producción agraria**

El origen principal del óxido nítrico es el uso de abonos a base de nitrógeno, tanto sintéticos como orgánicos.



Siempre que se utilizan estos fertilizantes de manera intensiva existe el peligro de que las plantas no los absorban lo bastante rápidamente o de manera completa, con lo que el óxido nitroso sale a la atmósfera. Hasta la fecha la política medioambiental se fijaba sobre todo en la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, pero en la actualidad la problemática climática plantea un nuevo argumento para examinar de manera más crítica el debate en torno a los ciclos de los nutrientes.

Otra fuente de las emisiones de óxido nitroso, aunque menos importante, reside en la descomposición de la masa orgánica en los suelos, especialmente en campos de cultivo. El metano que se deriva de las actividades agrarias procede en Europa principalmente de los rumiantes, en particular el ganado vacuno. La contaminación de metano a través de los rumiantes tiene una importancia cada vez mayor y las cabañas de ganado en continua expansión harán que este problema aumente cada vez más a escala mundial. Aunque en Europa las cabañas ganaderas han disminuido en los últimos años, en este ámbito Europa es un importador neto.

En términos generales, el consumo de carne tiene importancia para el clima, la producción de una caloría de origen animal requiere alrededor de diez calorías de origen vegetal. Si aumenta el consumo de carne se deben producir más piensos, lo cual exige el uso de energía y hace crecer la presión de rendimiento sobre las superficies agrícolas.

Con su consumo de carne comparativamente alto, Europa importa una gran cantidad de sus piensos, cuyo cultivo da origen a menudo a graves problemas (por ejemplo, la soja en las cuencas del Amazonas).

Además de la cantidad de carne producida, también tiene importancia el tipo de cría de ganado. La carne y la leche, por ejemplo, pueden lograrse con una explotación de pastos extensiva en energía en la que las vacas, durante el periodo de vegetación, utilicen los pastizales, cuya importancia para la protección del clima se había subestimado hasta la fecha. No obstante, la carne y la leche también pueden producirse en explotaciones que utilizan un alto aporte de energía, renuncian a los pastos y alimentan a sus animales principalmente con ensilado de maíz u otros forrajes de alto contenido energético.

La agricultura sólo contribuye en una pequeña parte a la producción neta de CO<sub>2</sub>. Esto se debe principalmente a que en primer lugar las plantas absorben CO<sub>2</sub> y lo convierten en masa orgánica. Una vez utilizada la biomasa se libera de nuevo como CO<sub>2</sub>, el carbono asociado a ella. Así pues, el ciclo del carbono es en buena medida cerrado.

Con arreglo al cuarto Informe de evaluación del IPCC son sobre todo las emisiones de metano y óxido nitroso las que deben tenerse en cuenta en el ámbito de la agricultura desde el punto de vista de la política climática. La agricultura es responsable de alrededor del 40 % del conjunto de las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, y éstas son especialmente importantes para el clima. El potencial de efecto invernadero del óxido nitroso es aproximadamente 296 veces mayor y del metano cerca de 23 veces mayor que el del CO<sub>2</sub>.



## ***6.2 Estrategias de Mitigación del sector agrícola frente al cambio climático***

La agricultura puede aportar contribuciones de variada índole para emitir menos gases de efecto invernadero, como ya es el caso hoy en día. Entre ellas se cuentan, por ejemplo, las siguientes:

a) Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero: a través de un manejo más eficiente de los flujos de carbono y nitrógeno en sistemas agrícolas.

En este aspecto, el correcto manejo de los fertilizantes es una de las principales medidas a considerar. Un uso más eficiente de los fertilizantes nitrogenados, por ejemplo, puede reducir significativamente las emisiones de N<sub>2</sub>O. Algunas de estas medidas incluyen:

1. El ajuste de las cantidades de aplicación basado en un cálculo más preciso de las necesidades del cultivo a tratar,
2. El empleo de fertilizantes de liberación mas lenta del elemento en cuestión, como los fertilizantes orgánicos en lugar de químicos
3. La aplicación del fertilizante cuando es menos susceptible a ser lavado, idealmente justo antes de su toma por la planta.
4. Una aplicación más precisa del fertilizante en el suelo, de modo que se hace más accesible para las raíces de la planta
5. Evitar las aplicaciones de nitrógeno más allá de las necesidades inmediatas de la planta.

b) Reducción de emisiones incluyen una disminución de las tareas de labranza, ya que éstas tienden a incrementar las pérdidas de carbono del suelo.

Por ejemplo, avances en el control de las malas hierbas y nueva maquinaria agrícola permite ya el crecimiento de cultivos en todo el mundo con mínimas tareas de labranza. Sin embargo, reducir la labranza o no llevarla a cabo también puede afectar las emisiones de N<sub>2</sub>O, un efecto que varía según las condiciones climáticas y del suelo, en unos casos aumentando y en otros disminuyendo las emisiones netas de N<sub>2</sub>O.

La adopción de cultivos con menor necesidad de fertilizantes y pesticidas es otra forma de reducir las emisiones. Un ejemplo importante es el uso de rotaciones de cultivo con leguminosas, que no requieren la adicción de fertilizantes nitrogenados (son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico y transformarlo en formas asimilables por la planta) y que por tanto suponen una reducción en las emisiones de este tipo de compuestos. Además de poseer variedades capaces de adaptarse a todas las regiones de Europa, el cultivo de leguminosas representa una opción muy rentable por la posibilidad de emplear sus granos en el mercado de alimentación animal y por el ahorro considerable en fertilizantes.

Aunque no existen muchos estudios científicos en este sentido, la agricultura ecológica se considera indudablemente una estrategia eficaz para reducir las emisiones. En primer lugar, el hecho de no emplear fertilizantes ni pesticidas químicos o de síntesis, supone un ahorro en combustibles fósiles. Este tipo de prácticas emplea fertilizantes orgánicos



en lugar de químicos; de esta forma, se consigue una reducción en la emisión de N<sub>2</sub>O, ya que los fertilizantes nitrogenados orgánicos liberan el nitrógeno de forma más lenta, por lo que las pérdidas por lavado son menores. Además, se ha estimado que los cultivos ecológicos necesitan la mitad del nitrógeno que un cultivo convencional. Con respecto al carbono, los fertilizantes orgánicos empleados en este tipo de agricultura permiten un mayor secuestro de este elemento en el suelo, con lo que también así se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub>.

c) Aumento de los sumideros o ‘secuestro de carbono en el suelo’: Los suelos agrícolas pueden representar sumideros de carbono, cuando la cantidad de carbono que entra en el suelo, en general en forma de carbono orgánico mediante producción primaria por la planta o fotosíntesis es mayor que la cantidad de carbono que abandona el suelo mediante procesos de respiración, transferencias laterales, lixiviado y cosecha. Cualquier práctica que aumente la toma de carbono atmosférico por la planta y ralentice su liberación en forma de CO<sub>2</sub> atmosférico o por erosión del suelo, incrementará el sumidero de carbono en el suelo. En general, el secuestro de carbono en el suelo será favorecido siempre que se empleen prácticas agrarias que aumenten la entrada de carbono en el suelo o disminuyan su descomposición, por tanto con prácticas:

1. Que minimicen la erosión de los suelos, por ejemplo reduciendo en lo posible la frecuencia e intensidad de las tareas de labranza y de los periodos de barbecho
2. Que maximicen la cantidad de residuo agrícola que retorna al suelo, como mediante la extensión de la rotación de cultivos con cultivos perennes (que almacenan mas carbono bajo el suelo) o mediante la aplicación controlada de estiércol
3. Que maximicen la eficiencia de uso de agua y nutrientes por los cultivos. Por ejemplo, mediante el uso de variedades de cultivo mejoradas y de sistemas de riego más eficientes.

d) Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero es la conversión de terrenos de cultivo a otro tipo de cobertura vegetal, por lo general una similar a la vegetación autóctona, es una de las medidas más eficaces. Por ejemplo, la conversión de suelo cultivado a praderas resulta en un aumento del carbono que permanece en el suelo. Obviamente, ésta es una estrategia drástica y no siempre se puede llevar a cabo, sobretodo por razones económicas. Se ha demostrado que la introducción de especies herbáceas más productivas o que almacenan carbono a niveles más profundos del suelo pueden aumentar el sumidero de carbono en el mismo de manera considerable.

e) Desplazamiento de las emisiones. Los propios cultivos o sus residuos pueden ser usados como una fuente de combustible que sustituiría en parte a los combustibles fósiles. No hay que olvidar que estos biocombustibles también liberan CO<sub>2</sub> en su combustión, pero en su caso, el carbono que quemamos es de origen atmosférico reciente y no de origen fósil (aunque se emite carbono, este también se ha consumido antes durante el crecimiento de la planta, por lo que al final se emite menos); además, la biomasa constituye una fuente de energía renovable frente a las reservas de petróleo. Pueden emplearse los propios productos agrícolas cosechados (sorgo, trigo, caña de azúcar o



diferentes especies arbóreas), o bien sus residuos, tales como el estiércol para el aprovechamiento energético y la producción de biogás de manera que, además de producir electricidad, se valore el residuo.

Diversos productos agrícolas se utilizan ya para la producción de biocombustibles, ya sea quemándolos directamente o tras ser procesados para dar lugar a líquidos que son los que experimentan la combustión. Pueden emplearse los propios productos agrícolas cosechados (sorgo, trigo, caña de azúcar o diferentes especies arbóreas), o bien sus residuos, tales como el estiércol. Un ejemplo lo constituye Brasil, productor pionero a nivel mundial de bioetanol obtenido a partir de la caña de azúcar, más rentable que otros cultivos por su menor necesidad de fertilizantes.

Si bien los biodiesel representan una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero, también debe tenerse en cuenta que si empleamos el propio cultivo para la producción del combustible, existe el riesgo de competición entre este tipo de cultivos y cultivos destinados a alimentación por el suelo agrícola, lo cual se ha sugerido podría representar una alza en el precio de los productos alimentarios. Por todo ello, se ha propuesto emplear ya sea cultivos no alimentarios o bien los residuos agrícolas tales como los tallos provenientes de cultivos de trigo o maíz.

f) Disminución de las tareas de labranza: Las tareas de labranza tienden a incrementar las pérdidas de carbono del suelo al oxidarse la materia orgánica. Avances en el control de las malas hierbas y nueva maquinaria agrícola permite ya el crecimiento de cultivos en todo el mundo con mínimas tareas de labranza.

g) Adopción de cultivos con menor necesidad de fertilizantes y pesticidas: Es otra forma de reducir las emisiones. Un ejemplo importante es el uso de rotaciones de cultivo con leguminosas (fijan el nitrógeno atmosférico y lo transforman en formas asimilables por la planta) que suponen además un complemento alimenticio en la dieta del ganado.

h) Agricultura ecológica: Se considera indudablemente una estrategia eficaz para reducir las emisiones. En primer lugar, el hecho de no emplear fertilizantes ni pesticidas químicos o de síntesis, supone un ahorro en combustibles fósiles. Al emplear fertilizantes orgánicos, en lugar de químicos, se consigue una reducción en la emisión de  $N_2O$ , ya que los fertilizantes nitrogenados orgánicos (como el purín) liberan el nitrógeno de forma más lenta, por lo que las pérdidas por lavado son menores. Además, se ha estimado que los cultivos ecológicos necesitan la mitad del nitrógeno que un cultivo convencional. Con respecto al carbono, los fertilizantes orgánicos empleados en este tipo de agricultura permiten un mayor secuestro de este elemento en el suelo, con lo que también así se reducen las emisiones de  $CO_2$ .

i) Las prácticas de la agricultura de conservación. Pueden eliminar al año 3.500 kilos de  $CO_2$  por hectárea cultivada. Se ahorra gasóleo y se evita la contaminación del agua. Algunas prácticas son: siembra directa (en la que no se realizan labores y al menos el 30% de la superficie se encuentra protegida por restos vegetales), cultivos de cubierta



(mediante la cual, la superficie del suelo entre las hileras de los árboles permanece protegida ante la erosión hídrica), mínimo laboreo, etc.

Durante largo tiempo el aporte energético apenas se consideró un problema, ya que se podía obtener con facilidad y de manera barata. Es muy necesario prestar en el futuro más atención a prácticas agrarias más eficientes energéticamente y fomentarlas de manera más intensa. En tal sentido, la agricultura ecológica y las denominadas producciones de bajos insumos (por ejemplo, el pastoreo extensivo) pueden realizar una contribución.

j) La conversión de bosques, pantanos, humedales o pastizales en tierras de cultivo: Considerada globalmente, la conversión de las superficies no utilizadas hasta la fecha con fines agrícolas en tierras para tales fines es de considerable importancia. Produce muchas más emisiones de gases que las derivadas de la producción agraria y de la energía que ésta consume. Toda conversión de una superficie en tierra de cultivo tiene como consecuencia la liberación de gases de efecto invernadero, ya que, a excepción de los desiertos y semidesiertos y de los terrenos construidos, la tierra de cultivo es la superficie que retiene una menor cantidad de carbono.

k) Con los «cultivos mixtos»: Se han obtenido numerosos resultados prometedores que consisten en que en un mismo suelo se cultivan diversos tipos de cereales conjuntamente con leguminosas y plantas oleaginosas, lo que lleva a disminuir el uso de abonos y pesticidas, al tiempo que aumenta la biodiversidad y se favorece la formación de humus.

Así la gestión del humus reviste una importancia decisiva para la protección del clima; con vistas al futuro deberá intentarse alcanzar un nivel de humus lo más estable y elevado posible, sobre todo en las superficies cultivadas, lo cual requiere con frecuencia modificar la rotación de cultivos, también debería prestarse atención a la importancia que debería otorgarse a la gestión tradicional del estiércol.

Asimismo, deberá aclararse si lo que se denomina utilización integral de las plantas, prevista en el marco de la 2ª generación de biocombustibles, podría perjudicar los objetivos establecidos en materia de formación de humus.

En suma, existen cuatro hechos que en la agricultura son de especial relevancia para el clima:

- a) La conversión de bosques, pantanos, humedales o pastizales en tierras de cultivo.
- b) Los gases de efecto invernadero que se derivan de las tierras y ganado utilizados con fines agrarios.
- c) El consumo energético de las explotaciones agrarias y en los sectores anteriores y posteriores de la cadena, en particular en forma de carburantes y combustibles fertilizantes minerales, pesticidas y otros procesos que exigen consumo energético
- d) La producción de biomasa con fines energéticos.



### **6.3 Agricultura y Energía**

La ventaja de la agricultura, a saber, que la energía solar se transforma directamente en energía utilizable, va disminuyendo cuanto mayor sea la energía procedente de combustibles fósiles que se incorpore al proceso de producción o cuantos menos productos vegetales utilice el ser humano de manera directa y, en vez de ello, estos se «ennoblezcan» convertidos en productos animales.

Mientras que, por ejemplo, las explotaciones que funcionan con criterios ecológicos renuncian al uso de fertilizantes minerales y de productos fitosanitarios de origen industrial solubles en el agua, su utilización deteriora el balance climático y energético de la agricultura tradicional.

Algunos estudios comparativos sobre el consumo de materias primas y de energía en la agricultura y también sobre el almacenamiento de carbono demuestran que la agricultura ecológica requiere por término medio un aporte energético y de nitrógeno menor que el de la agricultura tradicional. Incluso si se cuenta con que la agricultura tradicional logra en general mayores rendimientos, la agricultura ecológica muestra un potencial menor de emisiones de gases de efecto invernadero.

En Europa existe un gran potencial energético en la valorización de los residuos agrícolas y, por ejemplo, de la biomasa procedente de la conservación del paisaje, que actualmente sólo se aprovecha de manera limitada porque salen más rentable económicamente los cultivos específicos (con alta intensidad energética) destinados a la producción de energía. A este respecto se han dado hasta ahora señales erróneas en la política de fomento.

En el uso de la bioenergía debe prestarse atención a la máxima eficiencia, ya que carece de sentido producir biogás del maíz cultivado con un alto consumo energético si el calor residual resultante de la producción de electricidad no encuentra ninguna salida. En ese caso, se desperdicia alrededor de 2/3 de la energía realmente obtenida

En un estudio realizado en 2006 por la Agencia Europea del Medio Ambiente se estudia el potencial que ofrece la biomasa producida de manera ecológica para fines energéticos en Europa, si se incluye la biomasa procedente de los desechos (como la basura) y de la silvicultura, en 2030 podría satisfacerse entre el 15 % y el 16 % de las necesidades energéticas básicas previstas para la UE-25. De esta manera podrían garantizarse o crearse entre 500 000 y 600 000 puestos de trabajo en el medio rural.

La posibilidad de creación y el número de nuevos puestos de trabajo que conlleva la producción de bioenergías depende de manera decisiva de la elección de la estrategia.

No cabe duda de que el cambio climático amenaza, por un lado, a la agricultura en algunas partes de Europa, pero por otro lado ofrece una oportunidad para este sector y los trabajadores europeos si se toma en serio el papel de la agricultura y ésta desempeña la



función que le corresponde en la reorientación de la política de lucha contra el cambio climático.

## **7. Sector vitivinícola y cambio climático**

Otras consecuencias del cambio climático incluyen cambios en los ciclos vegetativos, habiéndose observado ya adelantos de las fechas de floración y de maduración de diversas especies vegetales; se ha estimado que este adelanto es de unos 3 días por cada grado de aumento de la temperatura media. Como ejemplo, la vendimia en diversas regiones europeas en los últimos años se ha adelantado entre unos 15 a 20 días con respecto a anteriores cosechas, y la maduración de especies como el maíz o la judía unos 25.

El sector vinícola en Galicia sería unos de los pocos beneficiados de este panorama. Al adelantarse la vendimia, disminuye notablemente el riesgo de daño producido por las últimas lluvias de septiembre; además, el riesgo de heladas también se reduce, con lo que las condiciones para la vid mejoran considerablemente. Así, índices climáticos como el de Winkler, indican que en el futuro se ampliará considerablemente la superficie cultivable para viñedos en Galicia, y que en el caso del Ribeiro podría llegar incluso a duplicarse. De esta forma, regiones como O Carballiño, antes fuera de las zonas de cultivo de vid, entrarían a formar parte de las zonas aptas para su cultivo en los próximos años.

Las nuevas condiciones climáticas también propiciarán el cultivo de tintos de calidad en Galicia; por ejemplo, zonas como O Barco, con suelos calizos y donde el clima será especialmente seco, podrán albergar variedades como las utilizadas en las denominaciones de origen Rioja y Ribera del Duero, nunca antes cultivadas en Galicia. Países como Inglaterra, Holanda o Dinamarca se destacan como futuras potencias productoras de vinos.

Sin embargo, el cambio climático también trae consigo mermas en la calidad de los vinos. El aumento de la temperatura produce un aumento en la graduación alcohólica de los vinos, disminución de su acidez y en suma mayor inestabilidad microbiana, lo que hace que los vinos tengan un menor frescor y se puedan conservar durante menos tiempo. En cuanto al cultivo de la vid, se ha estimado que tan solo un 3% del carbono fijado por la planta se emite a través de la fermentación, mientras que son el embotellado y transporte del vino quienes tienen un mayor impacto en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero.



### **7.1 Principales emisiones del sector vitícola y estrategias de mitigación frente al cambio climático**

En las zonas productoras de vino, se producen emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de diferentes etapas de la producción tal y como se representa en el siguiente cuadro:

PROCESADO DEL VINO	EMISIONES CO2
Embotellado y Empaquetado	39%
Elaboración/Viticultura	24%
Transporte	13%
Maquinaria	11%
Productos	8%
Servicios generales	5%

Fig. 1: distribución de las emisiones de CO<sub>2</sub> en viticultura.

Como se observa en el gráfico superior, los principales culpables de la producción de gases de efecto invernadero en la vitivinicultura son el embotellado y transporte del vino quienes tienen un mayor impacto en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero; las botellas de vidrio, producen el 39% de las emisiones, y el transporte de los vinos desde la tradicional región vinícola hacia todo el mundo, lo que significa el 13% de la producción de gases (es una media muy variable dependiendo de la comercialización de cada vino).

En cuanto al cultivo de la vid, se ha estimado que tan solo un 3% del carbono fijado por la planta se emite a través de la fermentación.

En cuanto a las medidas de mitigación del sector vitícola, se apuntan ya medidas como el “tetrapack”, aunque el envase no es transparente y posee en su composición metal, plástico y papel juntos, lo que dificulta su reciclaje. Para vinos que vayan a beberse en uno o dos años después de su elaboración, la elección podría ser envasarlos en recipientes de aluminio, tetrapak o PET (plástico transparente de polietilentereftalato).

Otra medida viable es el transporte del vino en container, tipo camión cisterna, con lo cual se ahorraría la mitad de costes de transporte y se reducirían las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el transporte.



## 8. Sector forestal y cambio climático

Los cambios climáticos tendrán un impacto dramático en la distribución de los bosques existentes, que es el uso predominante del suelo de aproximadamente 3,500 millones de hectáreas o un 27 por ciento de la superficie terrestre. El aumento predicho en la temperatura de la atmósfera ejercerá una presión fuerte en la habilidad de los bosques de adaptarse y subsistir. Con aumentos en la temperatura, cambios en la disponibilidad de agua y el doble del nivel de dióxido de carbono, se espera que un tercio de los bosques del planeta sufrirá cambios en la composición de las especies.

Los árboles no tienen la capacidad de adaptarse rápidamente a los cambios ambientales debido a su largo período de maduración y su inhabilidad de moverse de un lado a otro. La migración de las especies puede ser tan lenta como unos cuantos metros por siglo. El aumento de la temperatura atmosférica en Norte América predicho para fines del Siglo XXI resultará en el desplazamiento hacia el norte de las fronteras climáticas de entre 150 y 550 Km para muchos de los ecosistemas forestales existentes.

Por consiguiente, podríamos observar la aniquilación extensiva de muchas áreas forestales cuando las condiciones para su crecimiento y subsistencia se vuelvan desfavorables. Por consiguiente, el número de árboles muertos o en el proceso de morir aumentará en gran medida el riesgo de incendios forestales, ataque de insectos y enfermedades. Esto tendrá un impacto profundo en muchos ecosistemas forestales.

Para que los bosques existentes puedan ser reemplazados por especies más apropiadas o mejor adaptadas, estos primero tienen que morir. Esto significa grandes cantidades de emisiones de carbono en la atmósfera. Pero esto podría resultar en la completa desaparición de diferentes tipos de bosque.

La introducción de nuevas especies podría tener importantes repercusiones en la biodiversidad del bosque y la población animal. Los nuevos tipos de bosques tendrían una composición diferente de especies, las que estarían de acuerdo con la combinación de disponibilidad de semillas, precipitación, temperatura, época de crecimiento, y el suelo disponible al momento.

Los bosques de las latitudes altas se verían más afectados que los bosques en las áreas tropicales y sub-tropicales, pero los bosques montañosos altos también corren riesgo. Como los bosques templados y boreales, los bosques tropicales también sufrirían cambios causados por cualquier alteración en las condiciones de crecimiento. Esto representaría un reto a la habilidad de cada especie de sobrevivir, especialmente en áreas que en la actualidad no son ideales para su crecimiento. En una nota positiva, las temperaturas más cálidas, la mayor cantidad de precipitación y la presencia de más dióxido de carbono favorecería el crecimiento y expansión de ciertos bosques.

Durante la cadena de crecimiento y transformación, los bosques influyen en el cambio climático de cuatro maneras:



- Al crecer, los bosques absorben el carbono de la atmósfera y lo almacenan en la biomasa y en el suelo;
- Los productos de la madera son un depósito de dióxido de carbono;
- La utilización de madera para la producción de energía reduce la dependencia de los combustibles fósiles, disminuyendo así las emisiones de gases de efecto invernadero;
- La utilización de productos de la madera en la construcción y los muebles, entre otras cosas, reduce indirectamente las emisiones de los combustibles fósiles, al sustituir a otros materiales como el hormigón, en cuya fabricación se consume más energía y se producen más emisiones que en la de la madera.

Desde hace ya varias décadas, los bosques europeos han estado funcionando como sumideros de carbono, ya que su crecimiento anual ha sido superior a la tala, y de esta manera han retrasado la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera. No obstante, en los bosques comerciales esto no es posible de manera indefinida, ya que, cuando los árboles alcanzan su techo de crecimiento, los bosques dejan de almacenar el carbono. Por este motivo, los bosques de uso comercial deben gestionarse continuamente.

Los efectos compensadores del uso de productos forestales recogidos (PFR) son importantes para limitar el cambio climático; procedente de la atmósfera, el carbón es captado en la madera forestal, y después se transfiere y queda almacenado en productos madereros como el papel, los muebles, los paneles y los edificios de madera, de esta manera, se retira de la atmósfera, por ejemplo en forma de una casa de madera, durante varios siglos.

Al final de su ciclo de vida, los productos de la madera pueden reciclarse y quemarse para producir energía. En el sistema de cálculo de los gases de efecto invernadero instaurado por el protocolo de Kioto, la declaración del carbono para los productos madereros es voluntaria; por tanto, esta declaración sigue siendo incompleta, en parte porque no se tienen en cuenta los intercambios internacionales.

Las bases de datos actuales, nacionales o internacionales, permiten calcular la capacidad de almacenamiento del carbono de los productos madereros. Se están desarrollando criterios de cálculo, con el propósito de utilizarlos en los cálculos de los equilibrios en carbono de los bosques. La UE debería presentar una propuesta en la Conferencia sobre el Clima de Copenhague de 2009 en el sentido de que la declaración sobre los volúmenes de carbono almacenados en los productos madereros se incluya de manera obligatoria en los cálculos sobre los equilibrios en carbono en el período post-Kioto a partir de 2012.

La integración de la capacidad de los productos madereros para capturar el carbono en el cálculo de los equilibrios en este ámbito podría ofrecer al sector forestal un incentivo adicional para administrar los bosques de una manera más eficaz y más respetuosa con el medio ambiente. Una gestión forestal continuada es de gran importancia para preservar la viabilidad de los bosques ante los efectos negativos del cambio climático.



El sector de la construcción desempeña un papel muy importante en la lucha contra el cambio climático, ya que entre un 40 y un 50 % de la energía primaria del mundo se utiliza para calentar y refrigerar los edificios. Se considera que casi un 40 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> procede de la fabricación de los materiales de construcción, de la actividad de la construcción y la utilización de los edificios.

En 2005 en la UE-27 se emitieron en total 1 170,2 millones de toneladas, el 28 % de las cuales en la industria, el 30,9 % en el transporte y el 41,1 % en los hogares. La calefacción y la refrigeración de los edificios son responsables del 8 % de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Podría evitarse una notable proporción de estas emisiones a través de la construcción profesional y de nuevas técnicas, así como aumentando la proporción de la madera que se utiliza en la construcción.

La madera es un material de construcción de bajo consumo energético, renovable y neutro en carbono durante todo su ciclo de vida, ningún otro material de construcción clásico requiere, para su producción, tan poca energía como la madera, así que utilizar un metro cúbico de madera como sustituto de otros materiales de construcción reduce por término medio las emisiones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera en 1,1 tonelada.

La difusión más amplia de la construcción de edificios de madera en el mundo, y la utilización de la madera en la construcción, se ven limitadas por la falta de normas, directrices y criterios de certificación uniformes.

El sector de la construcción debería tener a su disposición análisis del ciclo de vida y de las emisiones de gases de efecto invernadero de los productos, a partir de cálculos científicos, para poder comparar distintos materiales de manera imparcial.

Los Gobiernos de los Estados miembros deberían integrar los materiales de «construcción ecológica» de madera en las políticas de suministro de madera, y aplicar condiciones en materia de certificación de los bosques compatibles con el concepto internacional de desarrollo sostenible, de manera más general.

### ***8.1 La bioenergía forestal***

La biomasa forestal es el principal recurso bioenergético renovable disponible de manera inmediata en Europa, y se usa como energía de tres modos diferentes:

- para la producción de calor y vapor industrial;
- para la generación de electricidad;
- como biocarburante del transporte.

La producción de calor y electricidad y la producción combinada de calor y electricidad de la biomasa forestal han crecido rápidamente en Europa en los últimos años. La producción de calor y electricidad se destina a viviendas individuales aisladas, así como a escuelas, instancias públicas, hospitales, pueblos o ciudades, a través de instalaciones generadoras de calor, o de plantas generadoras de calor y electricidad de diversos tamaños.



Las tecnologías de producción de biocombustible a partir de la biomasa forestal y la materia prima de la madera están todavía en fase de prueba y desarrollo, y se necesitan aún nuevas inversiones.

La pirólisis de la biomasa, que produce un carbón vegetal utilizable como material para la mejora del suelo, brinda una nueva oportunidad para mejorar los valores energéticos de la madera y la eficacia del suelo como sumidero de carbono.

En 2006, la energía producida en la UE-25 a partir de fuentes de energía renovables ascendía a 110 millones de toneladas equivalente petróleo (TEPES), lo que representa el 14 % de la utilización total de energía (Eurostat 2008). La mayor parte de la energía renovable (65 %) se producía a partir de la biomasa, principalmente (60 %) de procedencia forestal. La cuota de la energía forestal en el consumo total de energía varía ampliamente en cada uno de los 27 Estados miembros.

Entre los biocombustibles de madera que se pueden obtener a partir de los bosques figuran virutas de madera de distintas clases, leños, gránulos, briquetas, tocones y raíces, carbón vegetal, gas resultante de la combustión de la madera y especies de árboles como el sauce, que son fuentes de energía en rápido crecimiento. Los subproductos del sector forestal (licores y residuos de madera procedente de la industria en forma de licor negro, cortezas, serrines, valorización de los residuos y madera reciclada) ofrecen un potencial energético considerable y se utilizan en la producción de calor y energía, en particular en el marco de una industria forestal integrada. La utilización de los subproductos y de la madera reciclada con fines energéticos podría representar entre un 30 y un 50 % de la utilización de madera bruta.

Dado el nivel actual, existe en Europa margen para ampliar considerablemente la utilización de la bioenergía forestal.

Las estimaciones preliminares sitúan el potencial de cosecha de la biomasa forestal en los bosques europeos entre 100 y 200 millones de metros cúbicos al año, en condiciones en las que la cosecha no constituye una amenaza para el medio ambiente, la biodiversidad del bosque ni las zonas protegidas. Actualmente, se considera que el volumen de biomasa forestal recogida separadamente y en el marco de la cosecha de madera de tronco se sitúa entre el 10 y el 15 % del potencial de cosecha.

Un mayor uso de la biomasa forestal brindaría nuevas oportunidades, no sólo para los propietarios de los bosques, con la apertura a un mercado maderero más importante y una mayor competencia de los precios, sino también para la industria de las serrerías, ofreciéndoles un mayor mercado para sus productos derivados. Una importante demanda en biomasa forestal podría dar lugar a cambios en el mercado de la madera bruta, lo que se traduciría en una mayor competencia de las materias primas madereras entre el sector de la bioenergía y las industrias que utilizan la madera de tronco. Las ayudas a los usuarios finales, es decir, los precios de rescate garantizados para la producción de energía ecológica, constituyen un instrumento importante para desarrollar distintas clases de estrategias en materia de bioenergía a nivel local y regional. La ayuda al desarrollo



regional de la UE debería seguir siendo un elemento clave de cara a una mayor utilización de la bioenergía.

Los mercados de combustibles a partir de la madera y, en particular, de la madera de calefacción son principalmente locales, pero un aumento de la explotación y la utilización de la madera con fines energéticos en la UE incrementaría considerablemente el volumen de los intercambios y el empleo en los sectores de la maquinaria y el equipamiento. La producción de gránulos de aserrín, briquetas y otros combustibles transformados a base de madera requiere también la utilización de máquinas y equipos especiales. La producción de energía requiere una cantidad considerable de calderas y otros equipamientos que revisten un gran valor económico y un importante potencial de crecimiento. El aumento de la utilización energética de la madera ofrecería importantes posibilidades para exportar tecnologías más allá de la UE.

Los trabajos para la armonización de las normas en materia de producción sostenible de biomasa están en curso, asociados a la Directiva marco de la UE sobre las energías renovables. Estas normas son importantes para garantizar mercados y una producción sostenible de bioenergía forestal, así como unos procedimientos comunes. Las normas en materia de biomasa forestal producida de manera sostenible deben estar vinculadas a los criterios europeos del MCPFE, para evitar actividades inútiles o por partida doble.

La creación de nuevos bosques a través de la plantación es una de las maneras más eficaces de eliminar el carbono de la atmósfera. La UE debería apoyar los proyectos destinados a crear bosques en los países en desarrollo como parte integral de su política de desarrollo, ya que el cambio climático conllevará con toda probabilidad una disparidad económica cada vez mayor entre los países industriales y el mundo en desarrollo.

Los proyectos de plantación deberían ir acompañados por estrategias de adaptación que contribuyan al desarrollo de capacidades, el uso multifuncional de los bosques y la buena gobernanza en los países en desarrollo. Asimismo, la UE debería actuar en relación con las talas ilegales en los países en desarrollo, el fomento de la gestión forestal sostenible y el asesoramiento a los países en desarrollo para establecer programas forestales nacionales, en colaboración con otros sectores.

Los cálculos de equilibrio en materia de carbono del Protocolo de Kioto, que reflejan el cambio en el uso de los suelos, no incluyen disposiciones específicas para los países en desarrollo que permitan tener en cuenta la reducción de las emisiones de dióxido de carbono que se consigue al evitar la pérdida de bosques. Un bosque que desaparece aumenta las emisiones de dióxido de carbono, y la UE debería apoyar el desarrollo y la adopción del instrumento REDD para que en el período post-Kioto, a partir de 2012, se utilice en los cálculos de los gases de efecto invernadero ocasionados por la utilización de los suelos. Ello requiere fijar un precio que refleje el valor del carbono acumulado, de modo que los Estados miembros puedan utilizar el comercio de emisiones para ejercer una influencia a la hora de evitar las pérdidas de bosque tropical.

La UE ha desarrollado un procedimiento denominado FLEGT para impedir la venta en los mercados comunitarios de madera talada ilegalmente, así como de sus productos derivados.



Por medio de un sistema de asociación específico para cada país, el sistema de licencias FLEGT fomenta y apoya la gestión forestal sostenible en los países en desarrollo e invita a los Estados miembros y a estos países a trabajar juntos de manera más estrecha. La UE debería apoyar el desarrollo del sistema FLEGT y extenderlo al resto del mundo. Impedir las tallas ilegales retrasaría el ritmo de desaparición del bosque tropical y el aumento de las emisiones de dióxido de carbono que ésta provoca. Los sistemas de certificación forestal voluntarios, como el PEFC y el FSC, también van destinados a reducir las tallas ilegales. A través de acuerdos y organizaciones internacionales como el Comité de la Madera de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas, la Comisión Europea de los bosques de la FAO, EUROSTAT y la Conferencia Ministerial para la Protección de los Bosques en Europa (MCPFE), ya se recaban datos acerca de los recursos forestales europeos, el carbono captado, el ciclo del carbono, la diversidad de los bosques, así como de sus productos y sus efectos protectores.

### ***8.2 Estrategias de Mitigación del sector forestal frente al cambio climático***

Los bosques y la madera renovable que éstos producen desempeñan un papel significativo en el control del cambio climático, ya que:

- Al crecer, los bosques absorben el carbono de la atmósfera y lo almacenan en la biomasa y en el suelo.
- Los productos derivados de la madera son un depósito de dióxido de carbono – durante este almacenamiento se retira el carbono de la atmósfera;
- La utilización de energía producida a partir de la madera reduce la dependencia respecto de los combustibles fósiles, disminuyendo así las emisiones de gases de efecto invernadero
- La utilización de productos de la madera en la construcción y la fabricación de muebles reduce indirectamente las emisiones de los combustibles fósiles, al sustituir a otros materiales como el hormigón, en cuya fabricación se consume más energía y se producen más emisiones que en la de la madera.

Debe hacerse notar que, en general, no se menciona en las reuniones internacionales sobre la función del sector forestal en mitigar los cambios climáticos, que si bien es cierto que los bosques tienen un gran potencial de secuestrar y almacenar grandes cantidades de carbono, estos estarán bajo bastante presión tratando de adaptarse a los cambios climáticos. De hecho, millones de hectáreas de bosques desaparecerán debido a estos cambios, convirtiéndose en fuentes de emisiones de carbono. Obviamente, esto limitaría su capacidad de secuestrar carbono y por lo tanto, su contribución en la mitigación de los cambios climáticos.

Mejorar la gestión de los recursos forestales existentes involucra la introducción de mejores prácticas de gestión forestal y aprovechamiento y tecnologías para mejorar la capacidad de los bosques existentes de secuestrar y almacenar carbono. Esto puede



llevarse a cabo con inversiones que minimicen la pérdida de bosque por la deforestación, con inversiones que mantienen o mejoran el crecimiento de árboles, reducen al mínimo los daños causados al suelo y a los árboles en pie durante el aprovechamiento forestal y que aseguran una regeneración rápida y apropiada de nuevos bosques.

Es importante llevar a cabo prácticas de gestión sostenibles, especialmente cuando la mayor parte de los bosques no son gestionados de esta manera. Las posibilidades de mejorar son bastante grandes.

## **9. Sector ganadero y cambio climático**

Entre las múltiples consecuencias negativas del cambio climático están la alteración de los hábitats de animales y plantas, con cambios en los patrones de migración de aves y especies marinas así como un aumento tanto de especies invasivas, como de vectores de transmisión de ciertas enfermedades. No solo reaparecen enfermedades ya erradicadas, sino que también aparecen enfermedades nuevas, como la gripe aviar o la enfermedad de Creutzfeldt – Jacob (vacas locas).

En este sentido, la ganadería se ha visto especialmente perjudicada, con un aumento preocupante de las enfermedades transmitidas por vectores. Un buen ejemplo lo constituye el virus de la Lengua Azul. Si bien la enfermedad se descubrió por primera vez en Sudáfrica, en los últimos años se ha ido extendiendo hacia el norte afectando hoy en día a países como Francia, Holanda o Bélgica.

El virus causante de la Lengua Azul utiliza como medio de transmisión a mosquitos *Culicoides*, quienes como consecuencia del aumento de temperatura han ido paulatinamente subiendo hacia zonas más frescas, de ahí los brotes de la enfermedad en el norte de Europa en los últimos años. Ya que esto es una realidad, la postura a tomar debe ser acostumbrarse a convivir con esta y con toda seguridad, con otras enfermedades emergentes que surgirán como consecuencia del cambio climático, y prepararnos para ello.

No solo se cuenta con medios para predecir su expansión, sino también con el conocimiento necesario para remediarlo en la medida de lo posible y para informar convenientemente a los ganaderos; sin embargo, es necesario un esfuerzo económico y logístico por parte de las administraciones.

La alteración de los patrones climáticos afecta indudablemente la producción y la productividad agrícola de diferentes maneras, dependiendo de los tipos de prácticas agrícolas, sistemas y periodo de producción, cultivos, variedades y zonas de impacto.

Se estima que los principales efectos directos derivados de las variaciones en la temperatura y precipitación sean en la duración de los ciclos de cultivo, alteraciones



fisiológicas por exposición a temperaturas fuera del umbral permitido, deficiencias hídricas y respuesta a nuevas concentraciones de CO<sub>2</sub>. Algunos efectos indirectos de los cambios esperados se producirían en las poblaciones de parásitos, plagas y enfermedades (migración, concentración, flujos poblacionales, incidencias, etc.) disponibilidad de nutrientes en el suelo y planificación agrícola (fechas de siembra, laboreo, etc.)

El cambio climático tiene efectos directos en la producción ganadera, e indirectos debido a los cambios en la disponibilidad de forraje y pastos. También determina el tipo ganado y como éste debe adaptarse a diferentes zonas agro-ecológicas, como también el número de animales que tienen capacidad de sostener las comunidades rurales.

Se espera además que el cambio climático afecte el ganado en términos de especies, esto es, una redistribución de la zonas de cría de las especies.

De ahí la necesidad de:

- Favorecer la investigación sobre cruces efectivos, longevidad, factores de adaptación al Cambio Climático.
- Adaptar las instalaciones existentes mejor que hacer modificaciones genéticas.
- Pensar en soluciones y cambios a nivel global, no zonal.
- Comparar escenarios y hacer un análisis en conjunto.

Pese a todo lo comentado, la ganadería, además de sufrir las consecuencias del cambio climático también influye emitiendo ciertos gases de efecto invernadero:

1. N<sub>2</sub>O (óxido nitroso): emisiones procedentes del suelo, debidas principalmente al uso de abonos nitrogenados;
2. CH<sub>4</sub> (metano): emisiones procedentes de la fermentación intestinal de los animales rumiantes.
3. Emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O procedentes de la gestión del estiércol.

### ***9.1 Estrategias de Mitigación del sector ganadero frente al cambio climático***

Por todo lo dicho anteriormente, nos encontramos con un sector que emite gases de efecto invernadero pero que al mismo tiempo tiene la capacidad de secuestrarlos con técnicas y prácticas sencillas.

#### ***Reducción de N<sub>2</sub>O procedente de los abonos nitrogenados.***

El correcto manejo de los fertilizantes es una de las principales medidas a considerar para reducir significativamente las emisiones de N<sub>2</sub>O. Algunas de estas medidas incluyen:



- a. Ajuste de las cantidades de aplicación basado en un cálculo más preciso de las necesidades del cultivo a tratar.
- b. Empleo de fertilizantes de liberación mas lenta, como los fertilizantes orgánicos en lugar de químicos, asegura una menor pérdida de nutrientes por lixiviación.
- c. Aplicación del fertilizante cuando es menos susceptible a ser lavado, idealmente justo antes de su toma por la planta.
- d. Aplicación más precisa del fertilizante en el suelo.
- e. Adopción de cultivos con menor necesidad de aplicación de fertilizantes y pesticidas.

#### Reducción de $CH_4$ procedente de la fermentación intestinal de los animales rumiantes.

Para controlar la producción de metano en el intestino de los rumiantes se deben adoptar las siguientes estrategias nutricionales:

- a. Mejor control del alimento proporcionado a los animales.
- b. Alimentación a base de concentrados de piensos de acuerdo con el estado fisiológico y tipo de animal.
- c. Suministro de aceites especiales en la dieta.
- d. Optimización de la toma de proteína para reducir la excreción de nitrógeno.
- e. Aumentar el número de clases de alimento utilizadas en cada fase, para ajustarse mejor a las necesidades de los animales.
- f. Reducir, en la medida de lo posible, el contenido en proteína bruta de la ración y complementarla, si fuera necesario, con aminoácidos sintéticos para que el rendimiento no disminuya.
- g. Utilización de fuentes de fósforo más digeribles.

#### Técnicas de reducción de emisiones de $CH_4$ y $N_2O$ procedente de la gestión y almacenamiento de estiércoles.

- a. Enfriamiento de los purines para reducir la actividad de la enzima ureasa. Normalmente se utilizan aguas subterráneas que discurren a través de un circuito cerrado para reducir la temperatura de los fosos.
- b. Uso de cubiertas para reducir las emisiones y los olores en el almacenamiento. Las cubiertas pueden ser de tipo fijo (rígidas o flexibles) o bien de tipo flotante (costra natural, paja picada o arcillas expansivas). Nunca deben ser herméticas, con el fin de evitar la acumulación de gases como el metano, que supongan riesgo de explosión.
- c. Separación mecánica de la parte sólida de la líquida utilizando sistemas de filtración (se obtienen líquidos con un 97% de reducción en materia seca).
- d. Captura del metano emitido mediante técnicas de lavado de gases. Se llevan a cabo con la ayuda de equipos de depuración que se sitúan en las salidas de aire de los alojamientos. La depuración se realiza a través de un proceso biológico o químico aplicado sobre un filtro que realiza un lavado y una fijación del amoníaco del aire antes de que éste salga a la atmósfera.



- e. Reducción de la superficie de emisión del purín (zona de intercambio entre la fase líquida y el aire). En principio las emisiones de amoniaco serán menores cuanto más reducida sea la superficie de suelo enrejillado y de foso.
- f. La utilización de materiales lisos y no porosos para las rejillas (plásticos, elementos metálicos y hormigones tratados) puede favorecer el drenaje de las deyecciones y reducir las emisiones. Además facilitan las tareas de limpieza y ahorran agua y energía.
- g. Cuanto mayor sea la frecuencia de retirada de purín, menores serán las emisiones producidas en el interior de los alojamientos.
- h. Establecer los planes de gestión de estiércoles y purines procedentes de explotaciones agrícolas y ganaderas.
- i. Separación de las aguas de lluvia evitando que pasen a formar parte de los purines.
- j. Disminuir la generación de licuados y reducir los procesos de anaerobiosis espontáneos.
- k. Para reducir las emisiones al aire en el almacenamiento del purín es importante disminuir la evaporación de gases desde la superficie. Se puede mantener un nivel de evaporación bajo si la agitación del purín es mínima, lo que favorece la aparición de costra en su superficie que dificulta el escape de gases a la atmósfera.

#### 9.1.1 Valorización y mejora de las condiciones de los purines.

Para que se disminuyan los gases emitidos a la atmósfera por los purines y se aprovechen al máximo sus características y sus condiciones fertilizantes es necesario que reciban un buen tratamiento. Para ello se proponen los siguientes sistemas de valorización.

***Biometanización:*** la descomposición microbiológica en ausencia total de oxígeno de los purines (materia orgánica) produce un gas combustible (biogás), que contiene metano (CH<sub>4</sub>) en una elevada proporción, superior al 60 %, con un poder calorífico alto (1 m<sup>3</sup> de biogás corresponde energéticamente a unos 0,6 litros de gasoil).

Se trata de un proceso complejo en el que intervienen diferentes grupos de microorganismos y se lleva a cabo en una laguna sellada, por ejemplo con polietileno de alta densidad, durante 15 o 20 días. La materia orgánica, purín, se descompone en compuestos más sencillos, que son transformados en ácidos grasos volátiles. Éstos son consumidos por los microorganismos que producen el metano y dióxido de carbono.

El proceso se puede hacer alrededor de los 35°C o 55°C y es necesario controlar la presencia de sustancias que dificultan el proceso como pueden ser metales (cobre, zinc), antibióticos, desinfectantes, etc. Con este proceso se transforma parte del nitrógeno orgánico en amoniacal por lo que el producto obtenido ha perdido parte de la capacidad de fertilizante de liberación lenta de nutrientes que presenta el purín sin digerir.

La combustión del biogás puede efectuarse directamente en antorcha o, en otros casos, ser aprovechado para la producción de energía térmica únicamente o la producción combinada de energía térmica y eléctrica. Estas últimas instalaciones podrán beneficiarse de la financiación que supone la prima eléctrica del biogás contemplada en el Real



Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Ventajas de la biometanización::

- Homogenización de la composición y de las partículas en suspensión.
- Reducción de los malos olores y de compuestos orgánicos volátiles.
- Reducción del contenido de materia orgánica y mantenimiento de la concentración de nutrientes.
- Balance energético positivo: es un proceso productor neto de energía renovable.
- Contribución doble a la disminución de GEI: primero porque se capta el biogás producido (rico en metano) y se evita su emisión a la atmósfera y segundo porque al utilizarse como combustible, sustituye y disminuye el uso de los de origen fósil.

Compostaje: es un proceso natural, que llevan a cabo hongos, bacterias y microorganismos existentes en los propios purines, a los que únicamente hay que proporcionar unas condiciones ambientales idóneas (principalmente humedad y aireación) para optimizar este proceso de transformación.

El compostaje permite reducir el peso, el volumen y la reactividad del residuo orgánico, al tiempo que se logra que un sustrato muy heterogéneo experimente una transformación de la materia orgánica más biodegradable, liberando agua, elementos minerales y energía, quedando finalmente la fracción orgánica más estable e higienizada, que recibe el nombre de compost.

Gracias a la elaboración de compost:

- reducimos la cantidad de basura que acaba en vertedero o incineradora.
- cerramos el ciclo de la materia orgánica.
- obtenemos un abono de elevada calidad para nuestras plantas, sin ningún tipo de producto químico.
- devolvemos al suelo materia orgánica, enriqueciéndolo y haciendo del suelo un sumidero de CO<sub>2</sub>.

## ***9.2 Ahorro, eficiencia energética y reducción de GEI***

La utilización de maquinaria agrícola, supone la emisión de gases y partículas procedentes de la combustión en el motor que contribuyen en cierta medida al calentamiento global. Para disminuir dichas emisiones y ahorrar combustible es muy importante una conducción eficiente y que la maquinaria se adapte a los trabajos a realizar, ya que el tractor con más cv no tiene por qué ser el más adecuado (es recomendable la formación de CUMAs o cooperativas de utilización de maquinaria agrícola para ampliar las opciones de utilización de maquinaria).

Prestando atención a una serie de maniobras en la conducción y con un mantenimiento adecuado de la maquinaria se consigue la siguiente reducción de combustible:



- 10-20 % régimen de motor y relación de cambio
- 5-10 % adecuación y mantenimiento de los aperos
- 5-10 % mantenimiento del motor
- 5 % reducir el patinamiento
- 5-10 % neumáticos, doble tracción y bloqueo diferencial.

Además, indirectamente, con las técnicas de la agricultura de la conservación y de cultivos ecológicos se evita la emisión de gases de efecto invernadero.

Ejemplo 1: practicando la siembra directa se evita la emisión de 3.500 kg de CO<sub>2</sub> por hectárea y año.

Ejemplo 2: mediante el manejo integrado de plagas se evita la utilización de plaguicidas por lo que desaparece la necesidad de utilizar motobombas, tractores y otra maquinaria motorizada que emite CO<sub>2</sub>.

## 10. Conclusiones

A pesar de la contribución, el sector agroforestal europeo (UE-27) ha reducido sus emisiones en un 20% durante el periodo 1990-2005, y representó el 9,2% total de las emisiones de GEI.

La agricultura posee un potencial significativo de atenuación; tanto en la producción de cultivos como en el sector ganadero. Se deben aplicar medidas que contemplan el uso de los suelos agrícolas como sumidero de carbono, junto con las mejoras en eficiencia energética, la producción de energías renovables procedentes del sector agroganadero y la utilización de razas autóctonas mejor adaptadas a las condiciones y recursos del lugar.



