



Agricultura, energía y cambio climático

Diagnosis energéticas y de gases de efecto invernadero en el sector agropecuario

Acciones gratuitas cofinanciadas por el Fondo Social Europeo



UNIÓN EUROPEA
FONDO SOCIAL EUROPEO
El FSE invierte en tu futuro



www.fundacionglobalnature.org/aecc



La Fundación Global Nature es una entidad privada de ámbito nacional y carácter benéfico docente, constituida en el año 1993 e inscrita en el Registro de Fundaciones del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino con el número 280032.

Está además inscrita en el Registro de Organizaciones No Gubernamentales de Desarrollo de la AECI, para la cooperación internacional al desarrollo sostenible y la promoción de un desarrollo humano integral, participativo y respetuoso con la protección del medio ambiente, con respeto a los modelos de desarrollo social y económico de otros pueblos y de sus particularidades culturales. La mejora de la calidad del medio ambiente, la conservación racional y utilización renovable y sostenible, de la biodiversidad, del saneamiento y acceso al agua potable y la seguridad alimentaria. La promoción del patrimonio natural y el fomento de la ordenación física, territorial y urbanística del mismo.

Nuestros fines fundacionales son la conservación, protección y ordenación del medio ambiente. Los proyectos que desarrollamos contribuyen al mantenimiento y recuperación de hábitats y de especies amenazadas, de innovación tecnológica y de recuperación de actividades agropecuarias tradicionales.

Como Fundación benéfico docente, los proyectos tienen una buena parte de educación ambiental, a través de cursos, seminarios, conferencias, intercambios juveniles, campos de trabajo y la edición de los trabajos de investigación.

Autores

FGN: Jordi Domingo
Blanca Hurtado
Laura García
Vanessa Sánchez

Con la colaboración de Pablo Coronado

Editado en 2013

Diseño gráfico: Antonio Giráldez (AGGnet.com)

En este documento

- 01** Resumen ejecutivo
- 02** Abreviaturas
- 03** Conceptos básicos
- 04** Agricultura, consumo energético y emisiones de GEI
 - 04.1** Emisiones de GEI en el sector agropecuario español y europeo
 - 04.2** Consumos energéticos en el sector agropecuario español y europeo
 - 04.3** Oportunidades de la lucha contra el cambio climático desde la agricultura
 - 04.4** El marco normativo español y europeo
- 05** Iniciativas para la reducción de consumo energético y emisiones de GEI en la agricultura española
 - 05.1** Casos de estudio
 - 05.2** Softwares u hojas de cálculo generadas. Origen de los coeficientes de conversión y adaptabilidad al territorio español
- 06** Certificaciones energéticas y climáticas en el ámbito internacional y español
- 07** Políticas energéticas y climáticas, herramientas de cálculo y certificaciones: propuestas de futuro
- 08** Conclusiones
- 09** Otras fuentes de información

Este estudio tiene como objetivo ofrecer una visión global y actualizada sobre la situación de las evaluaciones energéticas y de gases de efecto invernadero (en adelante GEI) en el sector agropecuario español.

Está dirigido a profesionales del sector agropecuario que no han tenido un contacto previo con esta materia, especialmente técnicos del sector privado (cooperativas, industrias agroalimentarias, organizaciones sin ánimo de lucro), a formadores agrícolas (escuelas profesionales, universidades, centros de capacitación, etc.) así como a agricultores.

El estudio aborda en primer lugar las razones por las cuales la agricultura, la energía y el cambio climático están íntimamente asociados y ofrece una visión global sobre la situación actual. A continuación se ponen de manifiesto las oportunidades que subyacen detrás de la reducción de consumos energéticos y emisiones de GEI desde el sector agrícola. Se razona cómo, más allá de las oportunidades ambientales, también existen importantes ventajas sociales y económicas que pueden suponer un estímulo para el sector. También se hace un breve repaso por la normativa española y europea relacionada con la energía y las emisiones en el sector, poniéndose de manifiesto que la lucha contra el cambio climático, y en menor medida la reducción de consumos energéticos, es una estrategia claramente definida en la legislación europea y española.

El segundo bloque de este estudio se dedica al análisis de iniciativas y casos de estudio que ejemplifican las oportunidades de la reducción de consumos energéticos y emisiones de GEI en el sector agropecuario. Se analizan diversos casos de estudio, poniendo de relevancia los aspectos más peculiares de cada uno de ellos así como los contactos con estas iniciativas. También se ofrece un análisis somero de las herramientas de diagnóstico utilizadas en estas y otras iniciativas para realizar los cálculos y verificaciones en la reducción de consumos y emisiones. Se ofrece por tanto una síntesis de las principales herramientas disponibles en España y su potencial de aplicabilidad.

En el tercer y último bloque se aborda brevemente el estado actual de las certificaciones energéticas y de GEI existentes en España, y se contextualiza con los futuros desarrollos legislativos europeos y nacionales.



GEI: Gases de efecto invernadero

PCG: Potencial de Calentamiento Global

FGN: Fundación Global Nature

OECC: Oficina Española de Cambio Climático (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente)

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

C: Carbono

SAU: Superficie agraria útil

CO₂: dióxido de carbono

CH₄: metano

N₂O: óxido nitroso

ha: hectárea

kg: kilogramo

kWh: Kilovatio hora

ONG: Organización sin ánimo de lucro

UE: Unión Europea

PAC: Política Agraria Común

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change/Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático

HFC: Hidrofluorocarbonados

PFC: Perfluorocarbonados

SF₆: Hexafluoruro de azufre

ETS: Emission Trading Scheme/sistema de comercio de emisiones



Algunas nociones básicas sobre el cambio climático

Desde hace algunos decenios se viene hablando del cambio climático que está experimentando nuestro planeta, así como de las causas que lo motivan y las consecuencias que conllevará si se mantiene la misma tendencia. Se puede entender como cambio climático la modificación ocurrida en el clima con respecto al historial climático global. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en su Artículo 1 recoge que “por cambio climático se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables”

Los gases de efecto invernadero y el cambio climático



Nuestro planeta está rodeado de una fina capa que llamamos atmósfera, que actúa a modo de cubierta protectora haciendo que la temperatura en la superficie terrestre sea la idónea para el desarrollo de la vida. La atmósfera está compuesta por una serie de gases entre los que destacan el nitrógeno y el oxígeno, además de otra gama de gases en menores proporciones. Entre esos gases se encuentran los llamados GEI, los cuáles retienen gran parte de la radiación, impidiendo que se escape de la atmósfera hacia el espacio. Estos GEI generan, por tanto, el denominado efecto invernadero. Se trata del mismo proceso que ocurre dentro de un invernadero, de ahí su nombre.

La retención de esta energía provoca el incremento de la temperatura de la superficie terrestre, siendo la media de unos 15°C, óptima para el desarrollo de la vida. Sin este proceso de retención de la radiación, la temperatura en la superficie de la Tierra sería notablemente inferior, del orden de 30°C menos, por lo que la vida se haría casi imposible, de tal modo que la presencia de estos gases es imprescindible.

La gran mayoría de estos GEI se generan de forma natural. Sin embargo, el ser humano, sobre todo desde el siglo XVIII con la Revolución Industrial, ha producido en mayor cantidad estos gases con el uso de combustibles fósiles, provocando el aumento de la concentración de estos gases y, en consecuencia, aumentando el efecto invernadero, ocasionando un aumento de la temperatura y, por tanto, generando lo que llamamos cambio climático.

Los principales GEI generados por el ser humano son: CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (metano), N₂O (óxido nitroso), O₃ (ozono) y otros (HFC, PFC, SF₆). Estos gases de efecto invernadero y otros quedan recogidos en el llamado Protocolo de Kioto.

CMNUCC, Protocolo de Kioto y agricultura

El Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático nació en 1992 con el objetivo de debatir a escala planetaria el problema del cambio climático. Fruto de este trabajo surgió el llamado Protocolo de Kioto, un acuerdo internacional firmado en 1997 que establece compromisos entre sus firmantes para reducir las emisiones de los principales gases de efecto invernadero respecto a los niveles de emisiones de 1990. La Unión Europea firmó el protocolo desde un inicio y los países miembro, entre ellos España, participan en las reuniones anuales de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y del Protocolo de Kioto.

Con el fin de cumplir con los objetivos de reducción comprometidos, la Unión Europea puso en marcha un mecanismo llamado “comercio de derechos de emisión de GEI”, uno de los pilares principales de la política climática de Europa. El mecanismo se basa en que cada país tiene una asignación de derechos que debe respetar. De este modo se obliga a ciertos sectores, considerados como los principales emisores de GEI, a reducir sus emisiones o a penalizarlas mediante un pago proporcional por las emisiones que se sobrepasan.

Aunque el régimen de derechos es algo relativamente conocido para la población, no lo es tanto el hecho de que las emisiones de muchos sectores, entre ellos la agricultura, no están sujetas al régimen europeo de comercio de derechos de emisión ni está regulado en el Protocolo de Kioto. La agricultura es un ejemplo de lo que se llama un sector difuso, aunque esto no significa que se puedan establecer mecanismos para verificar las reducciones o que los países miembro no deban trabajar en ello.

La Unión Europea y los Estados miembros se marcan también objetivos de reducción concretos en materia de agricultura y son conscientes de que este sector supone un porcentaje nada despreciable de las emisiones totales.

Los cálculos de emisiones de GEI se efectúan para cada uno de los gases en su unidad específica (peso molecular de CO_2 , de CH_4 o de N_2O), y se convierten en toneladas equivalentes de CO_2 (teq CO_2 o CO_2e) gracias a un parámetro que llamamos Potencial de Calentamiento Global (PCG en español; *Global Warming Potential*, en inglés) de cada gas. El indicador se calcula en base a un horizonte de 100 años con el fin de tener en cuenta la duración de las diferentes sustancias en la atmósfera. Las equivalencias son las siguientes:

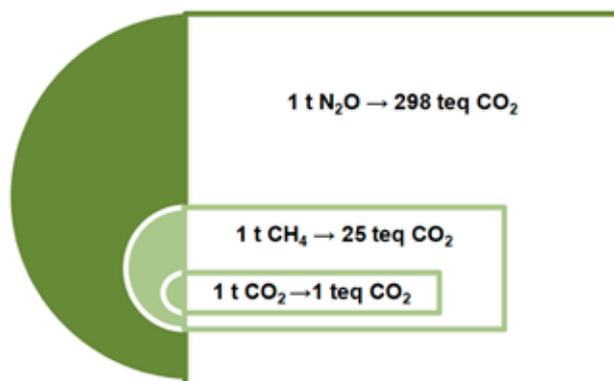


Figura 1. Potencial de Calentamiento Global (PCG) de los GEI

¿Por qué hablar de agricultura y cambio climático?

Casi todas las actividades humanas conllevan una serie de emisiones de GEI. Éstas difieren enormemente en función de la actividad, liberándose CO_2 , N_2O y CH_4 en proporciones muy diversas. Por ejemplo el sector del transporte, de la producción de energía y la industria son grandes generadores de CO_2 pero apenas liberan otro tipo de gases. La agricultura como sector productivo es muy peculiar por dos motivos:

- En cuanto a sus emisiones, es un sector que al contrario que el resto, libera poco CO_2 , mientras que es el principal responsable de las emisiones de N_2O y CH_4 , gases ligados especialmente a los suelos agrícolas y a la ganadería. Y como ya hemos visto el N_2O y el CH_4 tienen un PCG bastante elevado.
- En cuanto a su capacidad de sumidero, es el único sector que además de liberar GEI tiene la capacidad de fijar CO_2 . Por esta razón en algunas ocasiones se distingue entre las emisiones brutas (el total de las emisiones del sector) y balance neto (la resta de las emisiones brutas y el C fijado).

¿Por qué hablar de agricultura y sumideros de carbono?

Las plantas pueden fijar C mediante la fotosíntesis. Este proceso es uno de los procesos químico-biológicos más comunes y al mismo tiempo más sorprendentes de nuestro planeta, ya que las plantas sólo con la energía proporcionada por el sol son capaces de tomar CO_2 de la atmósfera, almacenar el C para conformar sus estructuras y liberar el oxígeno de nuevo a la atmósfera.

No obstante es muy importante considerar por separado el llamado ciclo corto y ciclo largo del C. Pensemos que cuando los seres vivos consumen productos vegetales liberan de nuevo a la atmósfera en pocas horas mediante la respiración este C que previamente habían fijado las plantas, por lo que estrictamente no podemos hablar de una fijación de C. Este flujo de biomasa alimentaria (tanto en animales como en hombres) es un flujo anual, ya que la fijación de alimento a largo plazo en el cuerpo es mínima. Por esta razón los inventarios nacionales e internacionales de GEI no tienen en cuenta este flujo de C llamado de ciclo corto.

En cambio, ciertas prácticas agrícolas pueden tener un impacto a largo plazo (alrededor de 50 años) sobre el almacenaje de C, es lo que llamamos el ciclo largo de C y que propiamente dicho, es el incremento anual que se produce en el almacenamiento de carbono. Los sumideros de C están relacionados con el almacenaje de materia orgánica en el suelo agrícola, con las modificaciones en el uso del suelo, con ciertas prácticas agrícolas y con la conservación de infraestructuras ecológicas (formaciones vegetales naturales no estrictamente productivas y de carácter más o menos permanente que acompañan a las producciones agrícolas). En la Figura 2 se ofrece un ejemplo sobre la capacidad de almacenaje de ciertas prácticas agrícolas, en este caso calculadas específicamente para Francia.



	Almacenaje de C (en tC/ha/año)
Tierras cultivables	
No laboreo	0,2
Cultivos intermedios entre cultivos anuales	0,16
Cubiertas vegetales bajo cultivos permanentes	0,49
Conversión de tierras cultivables en prados	0,44
Conversión de tierras cultivables en bosques	0,45
Prados permanentes	
Aumento duración de pastos temporales mediante fertilización integrada	0,30
Transformación de prados en tierras cultivables	-0,95
Prados de menos de 30 años	0,5
Prados de más de 30 años	0,2

Figura 2. Ejemplo sobre la capacidad de almacenaje de ciertas prácticas agrícolas, calculadas específicamente para Francia(Fuente: modificado de ADEME, 2011. *Réalisation d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre. Guide Sectoriel*)

¿Por qué ligar consumos energéticos y emisiones de GEI en el sector agrícola?

En algunas ocasiones las emisiones de GEI y los consumos energéticos se tratan conjuntamente en el análisis de las explotaciones agrícolas. En las líneas anteriores hemos aprendido que las emisiones de CO₂ se deben a la utilización de energía, y que en el sector agrícola no son consideradas como las más relevantes. Además existen otras emisiones (las de N₂O y CH₄, precisamente las más importantes), llamadas “emisiones biológicas”, que no dependen tanto del uso de energía sino que ocurren en función de las prácticas de la explotación y de las condiciones que se dan en éstas.

Lo cierto es que, por esta última razón, no existe una correlación matemática exacta entre consumos energéticos y emisiones de GEI en el sector agrícola. Especialmente cuando la explotación incluye animales, las emisiones biológicas (fermentación entérica y gestión de estiércoles) se alejan mucho de una posible correlación. Sin embargo, en algunos cultivos puede resultar muy útil trabajar con esta correlación que llega a ser lo suficientemente sólida... pero ¿por qué razón hacerlo?



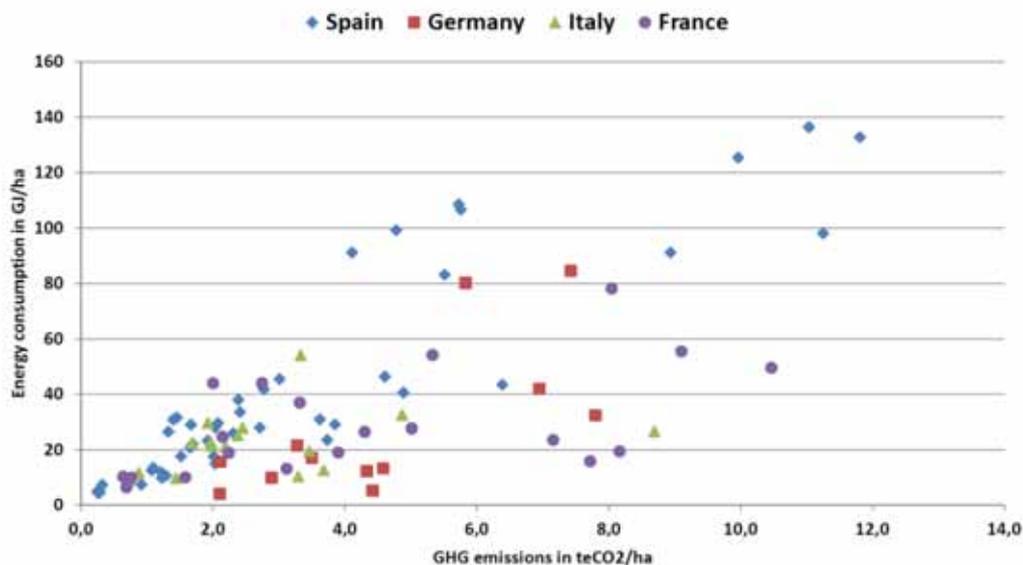


Figura 3. Correlación entre consumos energéticos y emisiones de GEI en 120 explotaciones europeas analizadas en el proyecto AgriclimateChange

Hasta la fecha en España no existen políticas ni incentivos que empujen al sector agrícola hacia una reducción de sus emisiones de GEI. Por esta razón, cuando se acompaña a los agricultores en las diagnósticos de GEI de sus explotaciones y en la puesta en marcha de medidas de mitigación es realmente complejo obtener una respuesta masiva. En cambio, el consumo energético está más interiorizado en el sector debido a los precios crecientes de la energía y la relación directa entre coste energético y coste financiero. En este caso la respuesta del agricultor es mucho mayor y por las experiencias desarrolladas hasta la fecha, las medidas planteadas que conjugan una reducción de consumos energéticos y de GEI al mismo tiempo tienen una mejor acogida.

Emisiones energéticas versus emisiones biológicas

Se suele hablar de emisiones de GEI de origen biológico en contraposición a aquellas emisiones relacionadas con el uso de energía. Como hemos visto, la agricultura es en parte emisora de CO², es el caso por ejemplo de las emisiones derivadas del uso de combustible. Son relativamente fáciles de calcular y podríamos decir que son universales: las emisiones de quemar 1 litro de combustible serán las mismas aquí o a miles de kilómetros de distancia.

Las emisiones biológicas provienen en cambio de reacciones más complejas y dependientes de unas determinadas condiciones. Valga como ejemplo las emisiones de metano (CH₄) provenientes de la fermentación entérica de los rumiantes, de la fermentación anaerobia de biomasa vegetal, del almacenamiento de deyecciones, de un campo de arroz, etc. En todos estos casos la cantidad emitida dependerá de muchos factores: de la cantidad y tipo de biomasa fermentada, de las condiciones climáticas locales, del animal, etc. y en muchos casos son variables difíciles de precisar.

Lo mismo sucede con las emisiones biológicas asociadas al óxido nitroso (N₂O), en este caso debido a las deyecciones animales. El óxido nitroso también es una molécula que de manera natural participa en los procesos de nitrificación y desnitrificación del suelo. Pero cuando los suelos agrícolas reciben aportes de nitrógeno a través de la fertilización, las emisiones aumentan. De nuevo, aspectos como la cantidad de nitrógeno aportado, las condiciones meteorológicas locales, las prácticas culturales aplicadas, etc. pueden tener una gran repercusión sobre las emisiones.

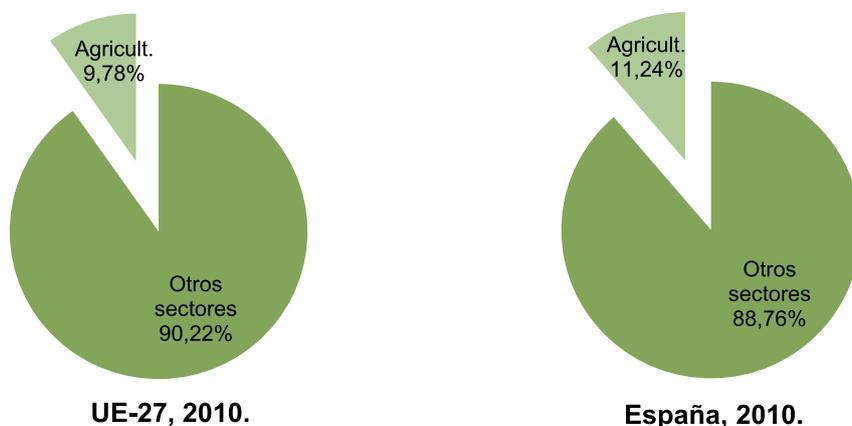
A pesar de la incertidumbre a la que nos enfrentamos al valorar las emisiones biológicas, es importante comprender que no podemos menospreciarlas. Las emisiones de N₂O y CH₄ son muy importantes en la actividad agrícola, como veremos a continuación. Hay que entender además que estos dos gases tienen un PCG extraordinario.

Agricultura, consumo energético y emisiones de GEIs



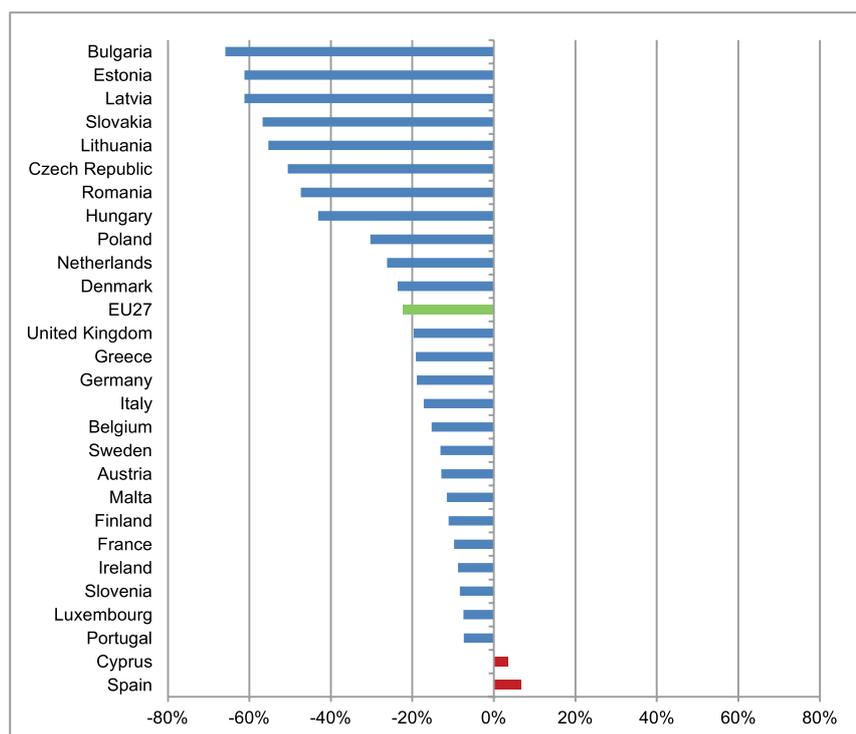
4.1. Emisiones de GEI en el sector agropecuario español y europeo

Se estima que la agricultura supuso el 9,8% de las emisiones de GEI para la Unión Europea (UE-27) en el año 2010 (EEA, 2010). En el caso español estas emisiones supondrían hasta el 10,6% sin contar las emisiones indirectas debido al consumo de energía y combustibles. Si bien el sector agrario no llega a los niveles de emisión de otros sectores, como es el caso del energético, si es una importante fuente de emisiones en el cómputo general, tanto a nivel europeo como nacional.



Fuente: datos de la Agencia Europea del Medio Ambiente para 2010

Figura 4. Emisiones totales de GEI del sector agrario en UE-27 y España



En comparación con informes anteriores, la tendencia general en la Unión Europea ha sido el descenso de emisiones de GEI en agricultura en más de un 20%, a diferencia del caso de España, en el que estos niveles se vieron incrementados en algo más de un 2,6% desde 1990 a 2009.

Fuente: datos de la Agencia Europea del Medio Ambiente para 2010

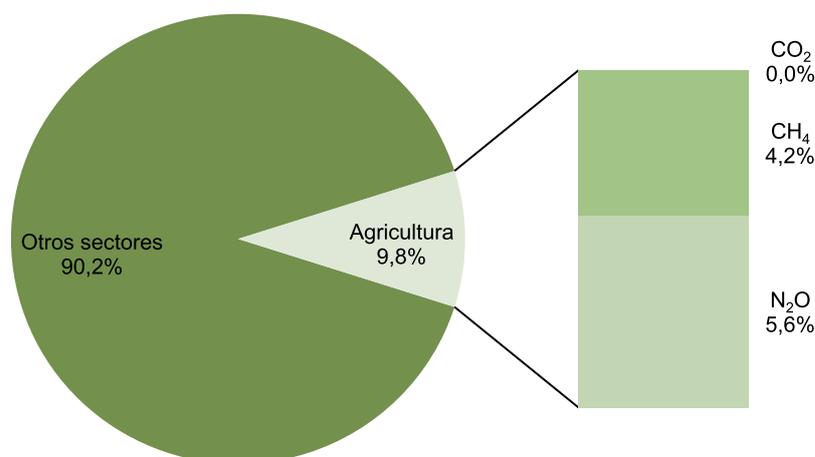
Figura 5. Cambios en el total de emisiones de GEI en agricultura (millones de toneladas de CO² equivalente) en el periodo 1990-2010 (EU-27) (Fuente: Eurostat).

Las emisiones de GEI generadas por la agricultura en el período 1990-2010 descendieron en toda la Unión Europea, cayendo algo más del 20% de media para UE-27 debido a los cambios acaecidos en las técnicas agrarias y el descenso de la cabaña ganadera. Tan sólo España, con algo más del 6,5%, y Chipre, con algo más del 3,5%, aumentaron sus emisiones debido al crecimiento de algunos sectores muy concretos. Frente a estos estados, los países del este europeo (Bulgaria, Eslovaquia, República Checa, Hungría, Rumanía, Polonia) y los países del Báltico (Estonia, Letonia y Lituania), es decir, los países de reciente incorporación (post-2004) representan el mayor descenso de dichas emisiones ligado al proceso de reestructuración de su agricultura durante los años 90.



Como ya se ha explicado, la agricultura es una fuente importante de dos gases de efecto invernadero: N_2O (óxido nitroso) y CH_4 (metano). Entre ambos se reparten el 57% y 43% de las emisiones en agricultura para la UE-27. Pero la agricultura también emite dióxido de carbono (CO_2) a pesar de que la mayoría de los inventarios lo presentan como un gas con una contribución muy pequeña respecto a los dos gases anteriores. Hay que considerar que además de las emisiones de CO_2 provenientes del laboreo de la tierra y por el consumo

energético asociado a las prácticas agrícolas, hay que sumarle otras emisiones indirectas de CO_2 que deberían contabilizarse, como es el caso de las emisiones debidas a la fabricación y transporte de insumos y mercancías.



Fuente: datos de la Agencia Europea del Medio Ambiente para 2010

Figura 6. Porcentaje de emisiones de GEI en agricultura en la UE-27 (Fuente: datos de la Agencia Europea del Medio Ambiente para 2010)

En el caso español, el “Avance de Estimación de Emisiones de GEI 2011” realizado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, a fecha de mayo de 2012, muestra que la agricultura española es responsable del 10,9% de las emisiones totales de GEI. Las siguientes tablas resumen la situación de las emisiones derivadas de la actividad agropecuaria en España.

PRINCIPALES EMISIONES GEI (SIN CO₂) EN GANADERÍA (SEGÚN INVENTARIO 2010)

GANADERÍA (fermentación entérica)	tCH₄	teqCO₂	%
Vacuno de leche	86.661	2.166.525	9
Otro ganado vacuno	291.451	7.286.275	31
Ganado ovino	162.972	4.074.300	17
Ganado porcino	13.964	349.100	1
Ganado caballar	8.858	221.450	1
Otro ganado equino (mulos, asnos)	1.623	40.575	0
Ganado caprino	14.519	362.975	2
Cerdas	9.320	233.000	1
SUBTOTAL FERMENTACIÓN ENTÉRICA	589.369	14.734.225	62
GANADERÍA (gestión de estiércol)	tCH₄	teqCO₂	
Vacuno de leche	13.417	335.425	1
Otro ganado vacuno	6.168	154.200	1
Cerdo de engorde	168.332	4.208.300	18
Cerdas	60.786	1.519.650	6
Ganado ovino	4.137	103.425	0
Ganado caballar	824	20.600	0
Gallinas ponedoras	597	14.925	0
Pollos de engorde	987	24.675	0
Otras aves de corral (patos, gansos, etc.)	1.603	40.075	0
Ganado caprino	452	11.300	0
Otro ganado equino (mulos, asnos)	152	3800	0
SUBTOTAL GESTIÓN ESTIÉRCOL	257.453	6.436.375	27
TOTAL EMISIONES CH₄ GANADERÍA	846.822	21.170.550	89
GANADERÍA (almacenamiento de estiércol)	tN₂O		
Sistemas líquidos (purines)	16	4.768	1
Almacenamiento sólido y apilamiento en seco	5.254	1.565.692	1
Otros sistemas almacenamiento	3.171	944.958	18
TOTAL EMISIONES N₂O GANADERÍA	8.442	2.515.716	6
TOTAL EMISIONES GANADERAS		23.686.266	100

PRINCIPALES EMISIONES GEI (SIN CO₂) EN AGRICULTURA (SEGÚN INVENTARIO 2010)

AGRICULTURA (emisiones ligadas a fertilizantes)	tN₂O	teqCO₂	%
Cultivos permanentes	5.997	1.787.106	14
Cultivos de labradío	16.576	4.939.648	38
Arrozales	613	182.674	1
Horticultura	2.561	763.178	6
Pastizales	13.447	4.007.206	31
SUBTOTAL LIGADAS A FERTILIZANTES	39.194	11.679.812	89
AGRICULTURA (emisiones no ligadas a fertilizantes)	tN₂O		
Cultivos permanentes	61	18.178	0
Cultivos de labradío	135	40.230	0
Horticultura	66	19.668	0
Pastizales	287	85.526	1
Barbecho	1.159	345.382	3
Quemas residuos	234	69.732	1
SUBTOTAL NO LIGADAS A FERTILIZANTES	1.943	579.014	4
TOTAL EMISIONES N₂O AGRICULTURA	41.137	12.258.826	94
AGRICULTURA (emisiones de metano)	tCH₄		
Arrozales	14.304	18.178	0
Quemas residuos	18.906	40.230	0
TOTAL EMISIONES CH₄ AGRICULTURA	33.210	19.668	0
TOTAL EMISIONES AGRÍCOLAS		13.089.076	100

Figura 7. Resumen de las emisiones de GEI (Fuente: Avance de Estimación de Emisiones de GEI 2011 el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente)

Como se puede observar en España las emisiones de GEI provenientes de la ganadería casi doblan a las emisiones de la agricultura. En la ganadería la mayor parte de las emisiones (89%) son de metano y relacionadas con la fermentación entérica de rumiantes, y más concretamente de vacuno y ovino. Sólo un 6% de las emisiones ganaderas son de N₂O y se pueden ligar a la gestión de estiércoles.

Con respecto a la agricultura dominan las emisiones de N₂O, mientras que las emisiones de metano (relacionadas con arrozales y quemas de residuos agrícolas) apenas son significativas. Las emisiones más importantes en la agricultura están relacionadas con el uso de fertilizantes en cultivos permanentes, tierras arables y pastos.

4.2. Consumos energéticos en el sector agropecuario español y europeo

A lo largo de las últimas décadas hemos visto como el precio de la energía, básicamente de la energía no renovable, se ha multiplicado. Este hecho no escapa a los agricultores que han visto como sus costes productivos se han multiplicado mientras que sus beneficios no han seguido esta tendencia. Valgan como ejemplo los datos del Anuario de Estadística de España (2012), en el que se señala que el índice general de precios percibidos por los agricultores se mantiene estable desde 2006 hasta la actualidad, descendiendo algo en el sector ganadero. En cambio el índice general de precios pagados por los agricultores ha aumentado en un 10% desde 2006, hecho que se explica en buena medida por una subida en el capítulo de energías y lubricantes (petroquímicos) que por sí solo aumenta un 15%. Otro ejemplo que demuestra esta tendencia está en el sector ganadero, en el que la producción en millones de litros y el valor de la leche en euros sigue estable desde 2003, pero los costes de mantenimiento aumentan.

La agricultura es una consumidora importante de energía, no tanto en términos relativos, es decir en comparación con otros sectores, pero cualquier agricultor o ganadero sabe que una buena parte de sus costes van

destinados a pagar facturas de gasóleo, gas o electricidad. Sin embargo, ni siquiera estas facturas reflejan la verdadera factura energética imputable al sector agrícola. Para ello hay que tomar en consideración otros consumos que a veces no resultan tan evidentes.

Energía directa e indirecta

Al hablar de consumos energéticos debemos diferenciar entre energía directa e indirecta. La energía directa es aquella que se consume in situ, en el perímetro de la explotación y que está generalmente asociada a un trabajo o servicio que el agricultor puede identificar y medir: el gasóleo que consume un tractor abonando, la electricidad que se paga por el funcionamiento de una sala de ordeño o el gas que se consume para calentar una nave con animales. No obstante, cualquiera de estas escenas mencionadas conlleva otros consumos no tan evidentes. Pongamos como ejemplo el caso del tractor abonando, hay al menos dos consumos energéticos que habríamos pasado por alto si sólo tuviésemos en cuenta la energía directa: la energía consumida para fabricar y transportar la cantidad de fertilizante aplicada, y la energía necesaria para fabricar el tractor (al menos la proporcional al uso que se hace de él en la explotación para esa tarea). Podríamos añadir incluso más consumos, por ejemplo, la energía consumida en la fabricación de los sacos de plástico que contienen el fertilizante, los aceites lubricantes utilizados en la maquinaria, etc.

Si bien es cierto que estos consumos podrían ser asociados a otros sectores (industria, transporte, etc.) no podemos desligarlos de la actividad agrícola ya que si no existiese la demanda desde la agricultura no se darían. Además por los datos experimentales en las evaluaciones a escala de explotación sabemos que la energía indirecta puede llegar a suponer dos tercios de la energía total consumida anualmente en la explotación, así que dejarla fuera nos daría una imagen muy incompleta. También se argumenta que sobre estos consumos el agricultor no puede ejercer un control y que por tanto no vale la pena contabilizarlos, pero tampoco es del todo cierto, ya que el agricultor puede optar por técnicas, materiales y productos muy diversos teniendo una importante repercusión sobre el consumo energético total. El cambio de uso de abonos inorgánicos a orgánicos tiene una importantísima repercusión energética, además de repercusiones agronómicas y la decisión recae únicamente sobre el agricultor. Lo que sí es cierto es que resulta muy complicado para el agricultor tener la información suficiente para tomar las decisiones adecuadas, de ahí el interés de realizar este tipo de diagnosis.

Ahorro energético versus ahorro económico

Reducir el consumo energético en una explotación no siempre es sinónimo de un ahorro económico. Tomando los ejemplos ya mencionados, la instalación de un enfriador de placas a la entrada de un tanque de leche supone un ahorro energético que inmediatamente se refleja en la factura eléctrica pagada por el ganadero. El cambio de un fertilizante inorgánico a un abonado orgánico a base de estiércol puede o no suponer un ahorro económico. Por un lado, el coste energético de fabricar un abono nitrogenado mineral es altísimo debido a la naturaleza del proceso químico, mientras que el estiércol es un subproducto sin coste alguno. Pero todo dependerá del precio al que se pague el estiércol, de la distancia que tenga que recorrer, de las horas y maquinaria empleadas para esparcirlo, etc.

La razón que hay detrás de estas diferencias son de nuevo las energías indirectas. En el precio actual del nitrógeno probablemente no estamos pagando el coste “real” de su fabricación ya que buena parte de estos costes (ambientales y sociales, especialmente) están externalizados y asumidos por terceros países, de los llamados en vías de desarrollo. Otros costes no imputados en la contabilidad energética y que distorsionan la relación entre el ahorro energético y económico, son los costes imputados al trabajo humano (que además es uno de los gastos más importantes en una explotación).

Tener en consideración esta diferencia entre ahorro energético y económico es fundamental a la hora de proponer planes de acción viables en una explotación agrícola. Aunque el ahorro energético (tanto de energía directa como indirecta) es importante, habrá que proponer acciones que tengan una repercusión significativa sobre la energía directa, la que proporcionará un ahorro económico al propietario.

Consumos energéticos de la agricultura española y europea

El consumo energético (sólo energía directa) imputable a la agricultura europea supone el 2% del total de la energía consumida en la UE-27. En algunos países, esta cifra asciende hasta el 6 o el 7%. Los combustibles fósiles suponen el 53% de esa energía consumida, seguida de la electricidad (20%) y el gas (17%). En la UE-27 hay sólo un 8% de la energía consumida en agricultura que proviene de fuentes renovables. En España esta situación es muy diferente ya que más del 70% de la energía se consume en forma de combustibles fósiles, algo más de un 20% en electricidad y un 5% en gas. La situación para las renovables es muy inferior con apenas un 2% del consumo total.

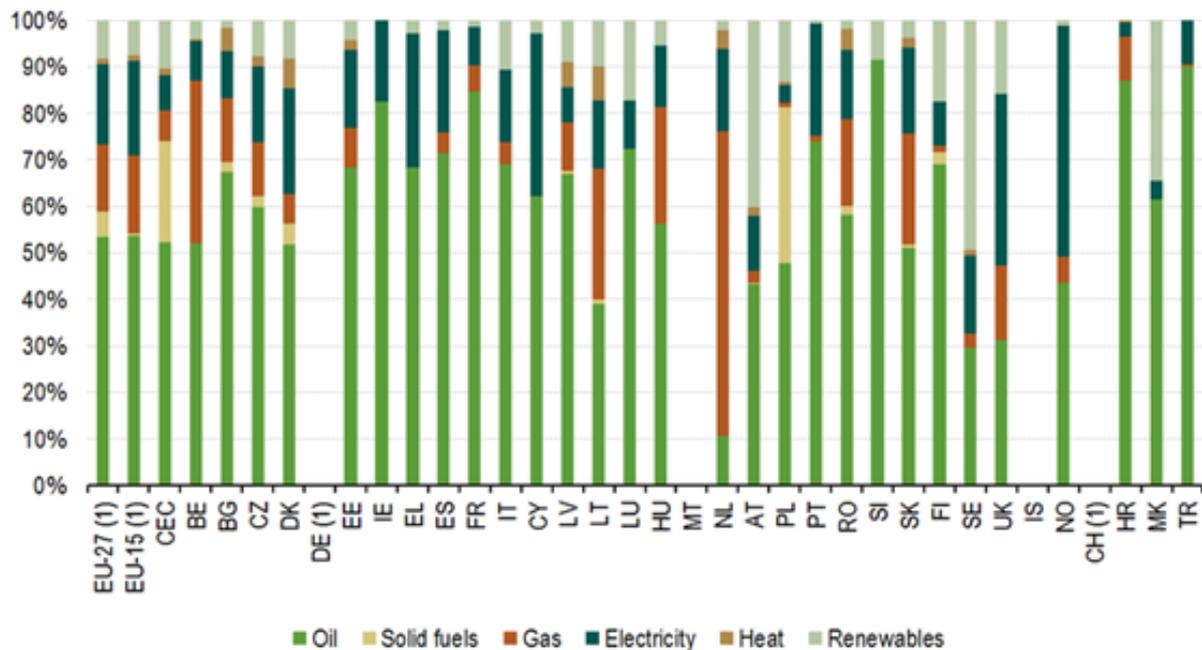


Figura 8. Consumos energéticos en la agricultura europea (Fuente: Eurostat, Comisión Europea)

El consumo total de energía en la agricultura europea, al igual que las emisiones de GEI, ha descendido desde 1990 pero esto se explica de nuevo, no por una reducción de los consumos, sino por las crisis agrícolas en los países del Este y en ciertos sectores que casi han desaparecido o han visto muy reducidos sus efectivos. Esta reducción no es por tanto asimilable a un ahorro ni puede extrapolarse a un estado miembro en particular. Un análisis más interesante se obtiene cuando se compara, no tanto la energía total consumida, sino la energía utilizada por SAU, los resultados muestran un comportamiento muy similar a lo largo de los últimos años, es decir, la intensidad energética por unidad de superficie no desciende a pesar de la reducción de la actividad agrícola a lo largo de este tiempo.



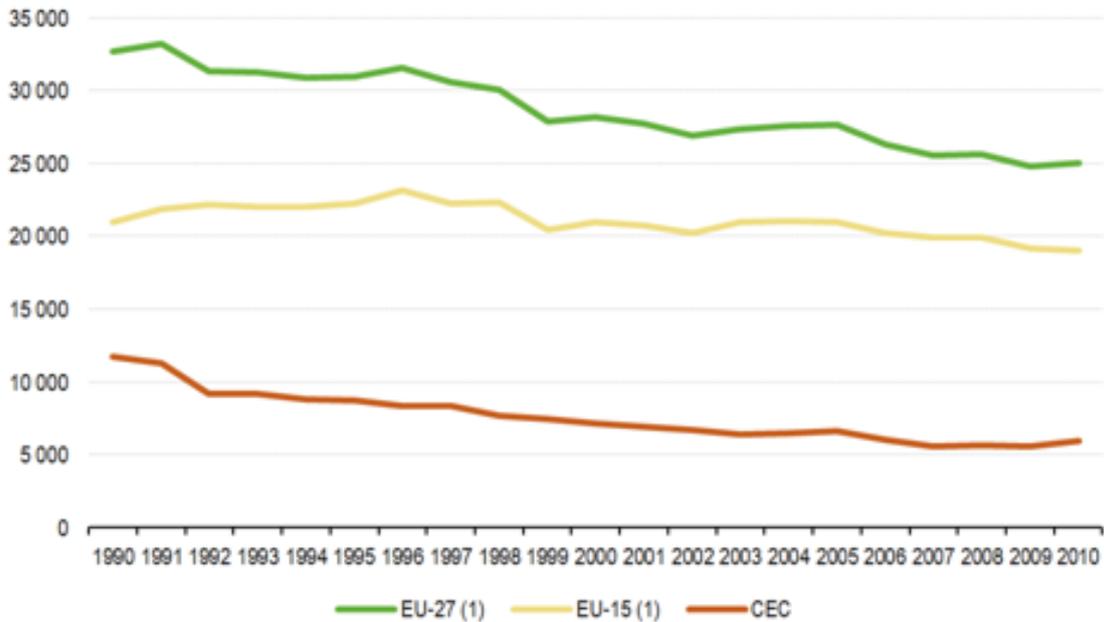


Figura 9. Evolución de los consumos energéticos en la agricultura europea entre 1990 y 2010 (Fuente: Eurostat, Comisión Europea)

En cualquier caso, es innegable que la sobriedad y la eficiencia energética en el sector agrícola debería convertirse en un eje prioritario para el sector y para cualquier estado: para los agricultores puede traducirse en un ahorro energético y por tanto en una mayor competitividad, y para el país en conjunto puede suponer el ahorro de una gran cantidad de energía, dado el consumo del sector, y por tanto un paso para liberarse de la excesiva dependencia energética actual.

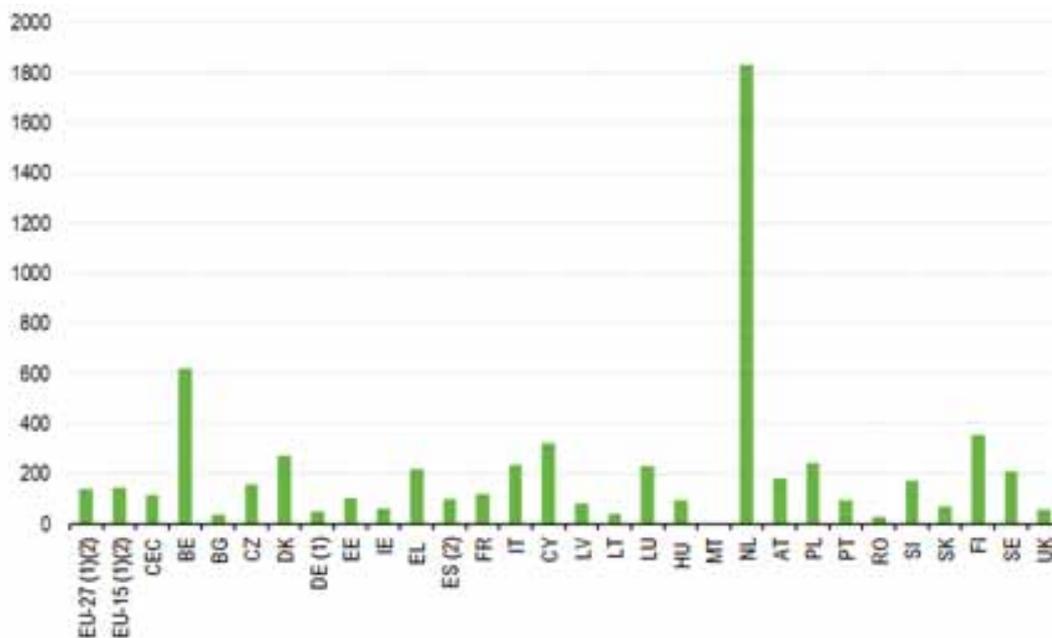


Figura 10. Análisis de los consumos energéticos por unidad de superficie en la agricultura europea (Fuente: Eurostat, Comisión Europea)

4.3. Oportunidades de la lucha contra el cambio climático desde la agricultura

Luchar contra el cambio climático implica ante todo tener un conocimiento muy avanzado de la explotación, ya que en el proceso se requiere un análisis exhaustivo de todas las variables que intervienen en el proceso productivo. No es de extrañar que en este proceso de evaluación, análisis de resultados y puesta en marcha de acciones, se detecten medidas que no sólo tienen un beneficio climático sino que abarcan otros campos.

Se ofrece a continuación un resumen de algunas de las oportunidades que pueden surgir al tratar de reducir las emisiones de GEI a escala de explotación, ordenadas como oportunidades ambientales, económicas y sociales.

OPORTUNIDADES	Ambientales	Reducción de emisiones de GEI
		Reducción de polución por nitratos
		Aumento de los sumideros de carbono
		Mejora de la biodiversidad en la explotación y los servicios ambientales derivados
		Mejora de suelos
	Económicas	Aumento de los ingresos por venta diferenciada
		Reducción de consumos energéticos
		Menor dependencia de insumos
		Mejor conocimiento a la hora de acometer inversiones
		Posibilidad acceso a fondos públicos específicos
		Menor vulnerabilidad frente a escenarios de cambio climático adversos
	Sociales	Mejor conocimiento de la explotación y planificación de futuro
		Optimización de cargas de trabajo en la explotación, ahorro de tiempo
		Mayor facilidad adaptación a exigencias de las políticas agrarias



4.3.1. Oportunidades ambientales

Reducción de emisiones de GEI

Es el objetivo primero de un análisis climático en una explotación. Como ya se ha mencionado, el sector agrícola genera GEI. Entre los gases más importantes se encuentran el CO_2 , CH_4 y N_2O , por lo que la reducción de emisiones pasa por una adecuada gestión de la explotación. En el apartado 5 de este estudio se repasa brevemente aquellas medidas aplicables en el sector que permiten acometer esta reducción de GEI.

Reducción de polución por nitratos

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por nitratos, procedentes de fuentes de nitrógeno de origen agrario, es uno de los problemas medioambientales y de salud pública más graves a los que se enfrenta la agricultura moderna. Esta contaminación se produce, principalmente, por un exceso en la fertilización de los cultivos y por la inadecuada gestión de los residuos procedentes de las explotaciones ganaderas, siendo especialmente problemático en áreas con régimen de precipitaciones bajo o muy bajo.

Algunas medidas que favorecen la reducción de GEI al tiempo que evitan la polución por nitratos son: determinar las dosis de fertilizantes óptimas necesarias para los distintos cultivos, teniendo en cuenta los resultados de los análisis de suelo y agua; optimizar el consumo de agua y la frecuencia de riego, a través de parámetros agroclimáticos; cuidar el almacenamiento de los fertilizantes químicos para evitar posibles contaminaciones accidentales o no apilar el estiércol u otros materiales orgánicos en las parcelas de uso agrario, entre otras, pueden contribuir de manera muy significativa a reducir este problema.



Aumento de los sumideros de carbono

La agricultura es el único sector productivo que además de emitir tiene la capacidad de captar carbono. Pensemos que el almacenamiento de carbono en troncos de árboles (al menos por un largo período de tiempo, por ejemplo en un seto) supone un almacenamiento de carbono en forma de madera. También ciertas prácticas beneficiosas para la reducción de emisiones como por ejemplo el mantenimiento de pastos o de cubiertas vegetales en cultivos, no sólo puede contribuir a reducir emisiones sino que permite almacenar carbono en los suelos. En este documento ya se han ofrecido algunas cifras que nos dan una idea de la magnitud de ciertas prácticas a escala de explotación.

Mejora de la biodiversidad en la explotación y los servicios ambientales derivados.

Buena parte de las medidas de mitigación también pueden repercutir positivamente sobre la biodiversidad. Pensemos por ejemplo en las cubiertas vegetales, en las rotaciones de cultivos, en la conservación de prados, en la reducción de pesticidas, etc. Todas ellas medidas que contribuyen a mitigar GEI en la explotación al tiempo que tienen un impacto directo sobre la biodiversidad en el perímetro de la explotación y en su entorno. También hay que considerar un impacto indirecto, ya que la fabricación de muchos insumos puede tener un impacto sobre la biodiversidad en terceros países.

Mejora de suelos

El suelo es uno de los bienes más preciados en una explotación agrícola. Su correcto mantenimiento facilita un rendimiento adecuado de las cosechas, una retención del suelo frente a procesos erosivos, frente a fenómenos meteorológicos adversos, una mayor retención de nutrientes, una mayor eficacia en el riego o en la captación de agua de lluvia, etc. Medidas que favorecen la mitigación de emisiones, como por ejemplo el establecimiento de cubiertas vegetales, cultivos intermedios, la siembra directa, la rotación con leguminosas entre otras, favorecen en todos los casos el buen mantenimiento del suelo a medio y largo plazo.

4.3.2. Oportunidades económicas

Aumento de los ingresos por venta diferenciada

En algunos países el buen comportamiento energético y/o climático de una explotación ya se traduce en un etiquetado diferenciado para el productor que puede generar un aumento de los ingresos vía comercialización y que aporta un valor añadido.

Reducción de consumos energéticos

Todos los consumos energéticos implican de manera necesaria la emisión de CO₂. Reducir consumos implica por tanto reducir emisiones y en muchos casos reducir costes a nivel de explotación.

Menor dependencia de insumos

Como hemos visto anteriormente, el sector agrícola es cada vez más dependiente de insumos externos. Mientras que los precios cobrados por los agricultores se estancan, los precios de los insumos crecen de manera continua. Medidas de mitigación como la autosuficiencia en la producción de semillas, de alimentos para los animales, optar por técnicas que reduzcan progresivamente el uso de herbicidas, adaptar los productos y cosechas a las condiciones climáticas, etc. permiten a los agricultores reducir estos niveles de dependencia con una clara ventaja económica asociada.

Mejor conocimiento a la hora de acometer inversiones

Quizás uno de los aspectos más relevantes de las diagnosis energéticas y climáticas a nivel de explotación es que requieren una evaluación muy precisa del sistema productivo. Este análisis detallado supone en muchos casos una verdadera sorpresa para el agricultor que tiene datos para entender su explotación desde otra perspectiva. Las inversiones a nivel de explotación agrícola siempre son complejas porque no siempre se tiene la certeza de estar invirtiendo de la manera más apropiada o porque muchas veces no se conoce con detalle el retorno de la inversión. Resulta indudable que las evaluaciones energéticas y climáticas pueden ayudar considerablemente a la toma de decisiones.

Posibilidad acceso a fondos públicos específicos

Existen varios países y regiones europeas que ya han puesto medidas en marcha para favorecer a aquellos agricultores que tienen un buen comportamiento energético o climático. Se trata de por lo general de programas de apoyo a inversiones que hacen posible este mejor comportamiento o sistemas que compensan a los agricultores que hacen mejoras en este sentido. En España actualmente no existen programas de este tipo pero podría haberlos en un futuro.

Menor vulnerabilidad frente a escenarios de cambio climático adversos

Muchas medidas de mitigación pueden interpretarse también como medidas de adaptación, es decir actuaciones a nivel de explotación que van a permitir al agricultor afrontar condiciones adversas para su actividad derivadas del cambio climático. Suelos más preparados para retener agua, menor dependencia de insumos externos, mayor diversidad de producciones, etc. Estas y muchas otras medidas aplicables tras una diagnosis de la explotación pueden situar al agricultor en una mejor situación ante cambios en su explotación.

4.3.3. Oportunidades sociales

Mejor conocimiento de la explotación y planificación de futuro

Conocer el funcionamiento de su explotación con mayor precisión es la mejor manera de planificar el futuro. Permite abordar las debilidades y las fortalezas, tomar el rumbo más apropiado en cada caso, etc.

Optimización de cargas de trabajo en la explotación, ahorro tiempo

También conocer con detalle y una explotación ayuda a analizar cómo se hacen las cosas, cómo se emplea el tiempo y diseñar soluciones que no sólo permitan ser más sostenible y hacer ahorros económicos, sino también optimizar la carga de trabajo.

Facilidad adaptación a las exigencias de las políticas agrarias

Las políticas agrarias diseñadas por los estados miembros así como por la Unión Europea han evolucionado constantemente hacia una agricultura más sostenible y con más exigencias ambientales. Estas políticas son las que condicionan en muchos casos el pago de las ayudas que reciben los agricultores. Esta tendencia parece muy consolidada, por esta razón parece sensato incorporar progresivamente cuestiones de índole ambiental en la actividad agrícola y así adaptarse o beneficiarse de estas políticas. En España no hay medidas específicas exigibles a los agricultores en materia de energía o reducción de GEI, pero en otros países sí las hay y por tanto siempre es interesante adelantarse a futuros condicionantes.



4.4. El marco normativo europeo y español

Dos de los horizontes normativos que más condicionan actualmente nuestras políticas energéticas y de mitigación en el ámbito europeo y nacional son sin duda el “*Climate and Energy Package*” (Paquete Clima y Energía) y el “*Roadmap for moving to a competitive low-carbon economy in 2050*” (Hoja de Ruta hacia una economía baja en carbono para 2050). La primera de las estrategias es a medio plazo y se trata de un conjunto de regulaciones vinculantes para todos los Estados Miembros establecido en 2009 cuyo objetivo es asegurar que todos ellos van a lograr ambiciosos objetivos en este sentido. No obstante, la Unión Europea no ha querido dejar de lado una visión a largo plazo, por lo que el segundo de los documentos mencionados, establecen el camino para lograr en 2050 una Europa con una economía baja en carbono.

El paquete Clima y Energía para 2020

El paquete Clima y Energía se conoce popularmente como las medidas 20-20-20 ya que plantean tres objetivos para el 2020: reducir un 20% las emisiones de GEI con respecto a los niveles de 1990, aumentar el porcentaje de producción de energías renovables hasta el 20% y mejorar la eficiencia energética en un 20%. Este plan no se contempla como una estrategia estrictamente medioambiental sino que forma parte de la Estrategia 2020 para el crecimiento inteligente y sostenible de Europa. Son por tanto soluciones gana-gana para todos y con evidentes beneficios económicos y sociales. Por ejemplo, se contempla que alcanzar un 20% de producción de energías renovables puede suponer la creación de casi medio millón de empleos, o que mejorar un 20% la eficiencia energética puede suponer un aumento de la competitividad.

El paquete Clima y Energía comprende cuatro grandes líneas de trabajo: la reforma de las emisiones ETS, el establecimiento de emisiones de sectores no ETS (sectores difusos), nuevos objetivos en cuanto a energías renovables y eficiencia energética, y la regulación del almacenamiento geológico de carbono. Como se puede observar, en lo que respecta al tema tratado en este estudio al menos 3 de ellos nos afectan directamente:

El primero es el establecimiento de objetivos de emisiones para sectores no ETS, también conocido como el “*Effort Sharing Decission*”, se trata de un conjunto de compromisos adquiridos por los Estrados Miembros para reducir las emisiones entre 2013 y 2020 de los sectores no ETS, concretamente transporte, construcción, agricultura y residuos. Los objetivos de reducción se fijan en este caso con respecto a las emisiones de 2005. Como se puede observar en la Figura 12, los objetivos de cada país son diferentes en función de sus posibilidades y riqueza, pero dichas reducciones han sido acordadas unánimemente. El esfuerzo compartido de reducción debería suponer para el conjunto de la UE una reducción en 2020 del 10% de las emisiones no ETS, de ahí el nombre inglés que tiene esta medida.



Figura 12. Objetivos de mitigación para las emisiones no ETS en Europa (Fuente: Comisión Europea)

También resulta relevante para la agricultura otra de las líneas mencionadas anteriormente, concretamente la relativa a energías renovables y eficiencia energética. Se desarrolla a través de dos directivas, la Directiva de Energías Renovables y la Directiva de Eficiencia Energética. La primera de ellas establece los objetivos vinculantes para los Estados Miembros para lograr un porcentaje del 20% en su producción basada en energías renovables. Evidentemente esto supone un progreso más o menos significativo en función del punto de partida de cada uno. Esta línea de trabajo no sólo permitirá duplicar las tasas de producción de energía renovable en relación con 2010, sino que tendrán un efecto importante sobre las emisiones de GEI ligadas a la producción de energía. También se considera estratégico porque reducirá significativamente la dependencia energética del exterior. La Directiva de Eficiencia Energética fue aprobada en 2012 y en ella se establecen normas destinadas a eliminar barreras en el mercado de la energía y a superar deficiencias del mercado que obstaculizan la eficiencia en el suministro y uso de energía. También es el documento vinculante que prevé el establecimiento de objetivos de eficiencia energética nacionales indicativas para 2020.

En el contexto español y para lograr el cumplimiento de estos objetivos, la Oficina Española de Cambio Climático (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) ha puesto en marcha mecanismos para dar cumplimiento a estos objetivos comunitarios en materia de mitigación en el sector agrícola. Hay que tener en cuenta que las emisiones españolas de sectores no ETS, entre los que se encuentra la agricultura, suponen el 63% de las emisiones totales de GEI españolas, por lo que urge poner en marcha mecanismos de reducción. Concretamente podemos citar:



La Hoja de Ruta 2020 para sectores no ETS: se trata de un conjunto de medidas que contribuyen a la reducción de las emisiones de sectores no ETS. Las medidas son analizadas y evaluadas para conocer el impacto global que pueden tener en las emisiones nacionales y en los horizontes temporales marcados. Esto requiere un profundo conocimiento de las medidas planteadas, de las emisiones reducidas, costes de implantación, el impacto en el escenario nacional, etc. Las medidas deben ser sometidas a simulaciones para ver cómo se alcanzan los objetivos. Todas las medidas en la Hoja de Ruta 2020 deberían por tanto contribuir a lograr los objetivos de mitigación comprometidos.

Los Proyectos Clima: se trata de una iniciativa que pretende contribuir al cumplimiento de objetivos en materia de cambio climático a través principalmente de reducciones de emisiones en los sectores difusos. También se pretende que estas iniciativas contribuyan a crear empleo, plantear soluciones alternativas bajas en carbono y apoyar financieramente a los sectores productores que lo logren. El sector agrícola también está contemplado en los proyectos Clima y permite un aspecto bastante relevante: no sólo reducir emisiones sino también registrarlas e inventariarlas para así poder demostrar el cumplimiento de compromisos de mitigación comunitarios.

El impulso de Huellas de Carbono en el sector agroalimentario: es un instrumento fundamental que nos permite identificar las fuentes de emisión y elaborar planes concretos para su reducción con beneficios paralelos como el ahorro energético, el aumento de la competitividad, la sensibilización de la sociedad, etc.

No obstante existen otras normativas que, no siendo expresamente creadas con el objetivo de mitigar emisiones, contribuyen indirectamente. Se ofrece un breve resumen de estas medidas en la siguiente tabla:

Medidas encaminadas a reducir las emisiones de los suelos agrícolas
Racionalización de la fertilización: Plan de reducción del uso de fertilizantes nitrogenados
Programas de acción en zonas vulnerables a la contaminación por nitratos.
Programa Nacional para el fomento de rotaciones de cultivo en tierras de secano (RD 66/2010).
Programas de eliminación de quemas de rastrojos.
Medidas encaminadas a reducir las emisiones por fermentación entérica
Mejora de las características de los piensos de la ganadería intensiva, para aumentar su digestibilidad.
Medidas encaminadas a reducir las emisiones por gestión de estiércoles
Plan de Biodigestión de Purines 2009-2012 (BOE 26/12/2008; RD 949/2009 que establece las bases de las subvenciones).
Medidas encaminadas a reducir las emisiones por consumo energético y de gasóleo
Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012 y Plan de Acción 2008-2012 : incluye a la agricultura como sector de actuación específico.
Mejora de la eficiencia energética de las explotaciones: asesoramiento, formación.
Fomento del empleo de energías renovables en la explotación: biomasa, otras energías renovables (objetivo global 20%. Plan de Energías Renovables 2011-2020).
Migración a sistemas de riego localizado (Plan nacional de Regadíos).
Plan de renovación del parque de maquinaria agrícola.
Fomento del empleo de biocarburantes (objetivo global 10%).
Fomento de las técnicas de agricultura de conservación.

Figura 13. Normativas españolas y actuaciones convergentes en objetivos con las políticas de la mitigación del cambio climático (Fuente: OECC)

La Hoja de Ruta hacia una economía baja en carbono para 2050

Con su Hoja de Ruta 2050 la Comisión Europea busca objetivos más allá del corto plazo y propone reducciones de emisiones mucho más profundas de la mitad del siglo. Todas las grandes economías tendrán que reducir de manera significativa sus emisiones, al menos en un 80% con respecto a los niveles de 1990. También se establece en esta hoja de ruta cómo los principales sectores responsables de las emisiones de Europa (producción de energía, industria, transporte, edificios y construcción, y por supuesto el sector agrícola) deberán reducirlas. La Figura 14 muestra los esfuerzos de reducción que deberá acometer cada uno de los sectores. Nótese que la agricultura deberá reducir sus niveles de emisiones con respecto a 1990 entre un 42 y 49%, un objetivo realmente ambicioso.

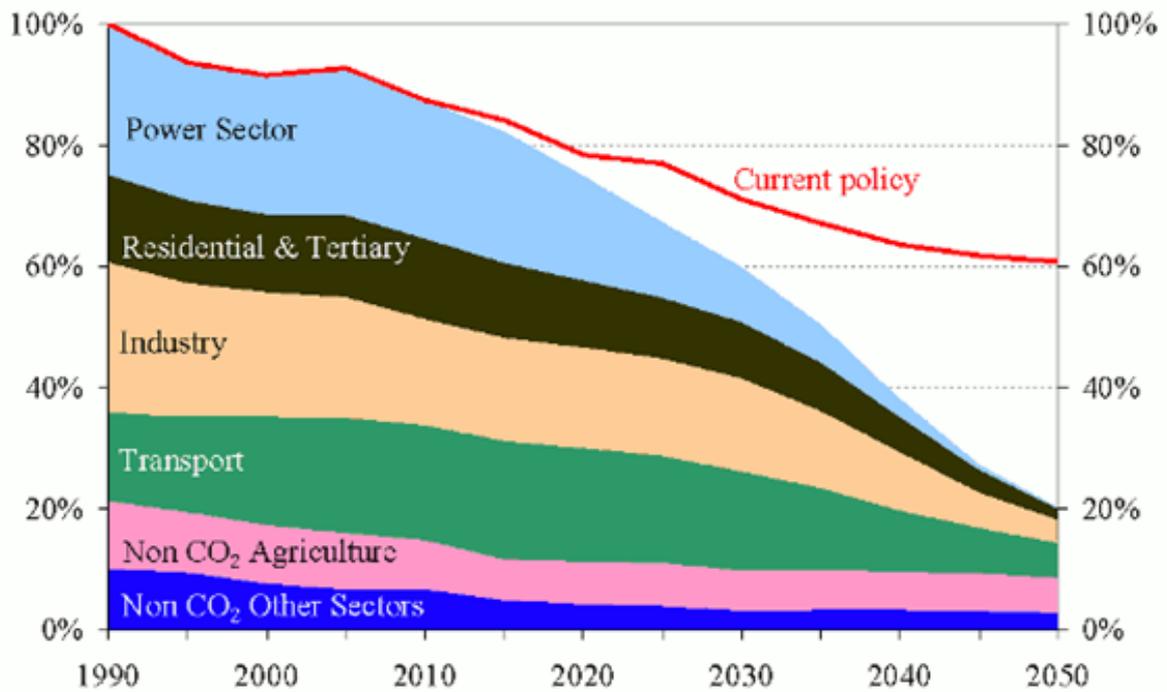


Figura 14. Objetivos de reducción de GEI planteados para los diferentes sectores en la Hoja de Ruta 2050 de la Unión Europea (Fuente: Comisión Europea)

La agricultura además, como sector productor de alimentos se enfrenta a un reto muy especial. Al mismo tiempo que se plantean estas importantes reducciones, la Comisión Europea es consciente que la agricultura deberá generar alimentos para una población cada vez mayor y por tanto que su ratio de emisiones teóricamente debería aumentar. Aún así se cree que existe un margen importante de maniobra especialmente en lo que se refiere a la reducción de emisiones de los fertilizantes, el estiércol y el ganado, así como la contribución del sector al almacenamiento de CO₂ en los suelos y los bosques.



Iniciativas para la reducción de consumo energético y emisiones de GEI en la agricultura española

Diversos estudios llevados a cabo por instituciones españolas y europeas coinciden en señalar un conjunto de medidas que pueden contribuir de manera eficaz a la reducción de emisiones de GEI en el sector agrícola. Estas medidas son el resultado de estudios tanto teóricos como prácticos. Entre ellos destaca el proyecto LIFE+ AgriClimateChange (LIFE+09 ENV/ES/000441) que durante tres años ha analizado el comportamiento energético y climático de más de 150 explotaciones agrícolas en las cuatro economías agrarias más importantes de la Unión Europea: España, Francia, Italia y Alemania. Cada una de estas explotaciones pasó una primera evaluación inicial para conocer su situación. Posteriormente se establecieron planes de acción con un doble objetivo: por un lado identificar las acciones de mitigación que mejor contribuían a la reducción de emisiones en esa explotación, y por otro identificar medidas globales a escala de explotación y para los principales sistemas productivos europeos.

Otro trabajo de gran repercusión ha sido publicado por el INRA (*Institut National de la Recherche Agronomique*) con el nombre de “Quelle contribution de l’agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre? Potentiel d’atténuation et coût de dix actions techniques” (¿Cuál es la contribución de la agricultura francesa a la reducción de GEI? Potencial de mitigación y coste de diez acciones técnicas). Aunque se trata de un estudio centrado en el caso francés, es un documento perfectamente extrapolable a la agricultura europea.

Las medidas que se proponen desde ambos estudios y que podrían contribuir de manera eficaz a lograr los objetivos de mitigación comprometidos desde el sector agrícola son las siguientes:



MEDIDA	GEI	EN QUÉ CONSISTE	EJEMPLOS
REDUCCIÓN DE FERTILIZANTES NITROGENADOS	N ₂ O, CO ₂	Determinar el rendimiento real esperado para ajustar la aplicación de fertilizantes y evitar excesos, investigar más en inhibidores de nitrificación. Evita emisiones de suelos y emisiones relacionadas con la fabricación de abonos	Balace de nitrógeno a escala de explotación Fijar techos de fertilización para ciertos cultivos
CULTIVOS INTERMEDIOS Y CUBIERTAS VEGETALES	N ₂ O, CO ₂	Mejora de estructura de suelos, materia orgánica, retención agua, evitar erosión. Con leguminosas aprovechamiento del exceso de nitrógeno al final de un ciclo de cultivo dada la capacidad de las leguminosas para captar N atmosférico.	Cubiertas vegetales en cultivos arbóreos Cultivos intermedios en cultivos arables
UTILIZACIÓN DE LEGUMINOSAS	N ₂ O, CO ₂	Las leguminosas contribuyen a la fijación de nitrógeno atmosférico, por lo que mejoran la fertilidad del suelo y reducen la dependencia de fertilizantes minerales nitrogenados, tanto en cultivos como en pastos.	Rotaciones largas con leguminosas Utilización de leguminosas en cubiertas o cultivos intermedios
TÉCNICAS DE NO LABOREO	CO ₂ , N ₂ O	Reducción de combustible comparado con manejo tradicional con laboreo	Siembra directa Mínimo laboreo
MEJORA EN EL ALMACENAMIENTO Y REPARTO DE ESTIÉRCOL	N ₂ O, CH ₄	Las deyecciones (estiércoles y purines) son una fuente de amonio (precursor N ₂ O) y metano. En el almacenamiento cubrir las fosas reduce significativamente las emisiones, en su utilización como abono, la aplicación localizada con la maquinaria adecuada también reduce significativamente las emisiones.	Cubrir fosas almacenamiento con membranas duras o blandas Utilizar sistemas de aplicación de estiércol localizado Incorporar abonos al suelo a las pocas horas
ALMACENAJE DE CARBONO EN INFRAESTRUCTURAS NATURALES Y PASTOS		Los suelos son grandes captadores de C a escala de explotación. La conservación de pastos y aplicación de algunas técnicas de cultivo pueden aumentar el stock anual de C en los suelos. También las infraestructuras naturales como setos o bosquetes almacenan C en sus estructuras leñosas de manera permanente.	Establecimiento de setos, zonas boscosas de reserva, márgenes de campos, recuperación de pastos, técnicas de no laboreo, etc.
CAMBIO EN LA DIETA DE RUMIANTES	CH ₄ , N ₂ O	El cambio en la dieta de los rumiantes puede reducir las emisiones entéricas de CH ₄ y también las emisiones de N ₂ O ligadas a los estiércoles.	Cambiar en los piensos carbohidratos por grasas insaturadas Añadir nitratos a las dietas para reducir emisiones entéricas Reducir el contenido proteico de las dietas para limitar la cantidad de nitrógeno excretada y evitar emisiones de N ₂ O
PLANTAS DE BIOGÁS	CH ₄ , N ₂ O, CO ₂	Evitar emisiones de GEI de estiércoles, mejor control de la fertilización, producción de energía renovable	Establecer plantas de biogás a escala de explotación para ser utilizadas con deyecciones y/o restos agroalimentarios
REDUCCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES EN EQUIPAMIENTOS E INFRAESTRUCTURAS	CO ₂	Reducción de combustibles fósiles utilizados en maquinaria móvil (tractores y otra maquinaria agrícola) mediante inversiones y formación, así como reducción de consumos en maquinaria fija (tanques de leche, calefacción, refrigeración, iluminación, etc.) mediante inversiones	Banco de tractores Cursos conducción eficiente Renovación maquinaria Enfriador tanque de leche Recuperadores calor Aislamiento edificios
USO DE ENERGÍAS RENOVABLES	CO ₂	Sustitución de combustibles fósiles por biomasa producida en la explotación o energía fotovoltaica	Secador solar de forrajes Instalaciones agua caliente solar Instalaciones fotovoltaicas

Figura 15. Principales medidas para luchar contra el cambio climático en la agricultura
(Fuentes: AgriClimateChange, INRA)

5.1. Casos de estudio

Son muchas las iniciativas que en los últimos años se han puesto en marcha para avanzar en la mitigación de las emisiones de GEI en el sector agrícola utilizando herramientas de evaluación. Se trata en la mayor parte de los casos de iniciativas mixtas público-privadas en las que se ha trabajado en sectores concretos o de manera global.

Dado que resulta imposible citar todas ellas, se ha hecho una selección de 3 casos de estudio para los que se ofrece una explicación breve de la iniciativa, los resultados alcanzados o esperados y un enlace para ampliar información.

Proyecto AgriClimateChange



Aspectos destacables: iniciativa transnacional para testar e identificar medidas de mitigación a escala de explotación. Puesta en marcha de éstas a través del acompañamiento a agricultores.

Promotores: el proyecto AgriClimateChange es una iniciativa LIFE+ cofinanciada por la Unión Europea y en la que participan 5 socios de 4 países europeos (España, Francia, Italia y Alemania).

Descripción: el proyecto crea en primer lugar una herramienta llamada AgriClimateChange Tool adaptada a la realidad agrícola de Europa y capaz de analizar los consumos energéticos, emisiones de GEI y fijación de carbono a escala de la explotación.

Todo ello con la finalidad de crear planes de acción específicos para las explotaciones que permitan acometer reducciones energéticas y de GEI al menos de un 10%. Durante 3 años de proyecto, los técnicos acompañan a los agricultores para poner en marcha estas acciones, realizar sucesivas evaluaciones y así analizar su progreso.

Del análisis de los resultados, sobre más de 150 explotaciones agrícolas, y por tanto con datos cuantificados de acciones agronómicas ya implementadas, se desprende que en la mayoría de las explotaciones es posible acometer ahorros energéticos y reducción de GEI de manera significativa. Las reducciones energéticas de sitúan en torno al 10% o incluso por encima. En el caso de las emisiones de GEI las reducciones conseguidas son mucho más significativas. Además la mayoría de las acciones propuestas que permiten las reducciones mencionadas no son especialmente costosas ni complejas desde el punto de vista técnico, aunque existen oportunidades significativas de reducción asociadas a inversiones más costosas, que por lo general el agricultor no puede asumir. Se trabaja igualmente con administraciones europeas, nacionales y regionales para tratar de incluir estas medidas de mitigación en programas agroambientales, dado su enorme potencial en el contexto de las políticas rurales europeas. La limitación más importante encontrada en la implementación de las acciones es el desconocimiento por parte del sector agrícola de las oportunidades ligadas a estas acciones.

Para saber más: www.agriclimatchange.eu

Iniciativa Eureners

Aspectos destacables: acompañamiento a agricultores por parte de grupos de acción local en materia de auditorías energéticas adaptando las normas de certificación existentes.

Promotores: el proyecto EURENERS nace en 2007 como un proyecto de cooperación transnacional, gracias a la iniciativa europea LEADER+. Se le dió continuidad mediante EURENERS 2 que, gracias a la convocatoria de cooperación del Ministerio de Medio Ambiente, Medio rural y Marino pasó a estar integrado por cinco socios nacionales convirtiéndose en un proyecto de cooperación interterritorial. A partir de 2011, y en una tercera fase llamada EURENERS 3, los promotores son de siete grupos de acción local.



Descripción: el objetivo prioritario de esta iniciativa es impulsar el desarrollo económico, social y medioambiental de los territorios rurales a través de un plan de trabajo de cooperación sobre ahorro y eficiencia energética y promoción de energías renovables. Una de las acciones enmarcadas dentro del proyecto EURENERS es la realización de auditorías energéticas en explotaciones agrarias de Tierra Estella. Para ello se crea una herramienta informática que además de hacer balances energéticos y de emisiones en las explotaciones, ofrece una serie de indicadores para evaluar la sostenibilidad de las explotaciones desde el punto de vista económico, social y ambiental. En el proyecto Eureners 3 se acompaña a las explotaciones agrarias, principalmente ganaderas, la difícil tarea de realizar una auditoría energética. Para ello se realizan documentos y tablas de apoyo para la recogida de datos y se elaboran Informes de Auditoría y Verificación. Además actúan como un servicio de Asesoramiento Energético realización de Auditorías a través del Punto Infoenergía.

Para saber más: www.eureners.com

Indicadores agrarios para el estudio de la sostenibilidad (NAIA 2.0)

Aspectos destacables: integración de indicadores energéticos y climáticos en una batería de indicadores agroambientales para ayudar a la toma de decisiones en el sector agrícola.

Promotores: NEIKER-Tecnalia, INTIA, Universidad de Sevilla y Universidad de León. En el marco del proyecto INIA "Incidencia sobre la calidad de los productos y el medio ambiente de los diferentes sistemas de ganadería con pequeños rumiantes de aptitud lechera. Empleo de indicadores económicos, sociales y ambientales y tipificación final de sistemas". NAIA 2.0 es en realidad el nombre de la herramienta, que proviene de "Nekazaritzako Adierazleak Iraunkortasuna Aztertzeke" que significa "Indicadores de Análisis de Sostenibilidad Agrícola".

Descripción: el objetivo principal de este proyecto es el desarrollo de una metodología de diagnóstico y apoyo a explotaciones ganaderas de herbívoros desde un triple enfoque: económico, social y ambiental. Esto permite disponer de información exhaustiva sobre la sostenibilidad de los diferentes sistemas de producción y su caracterización. Los diagnósticos se realizan con la herramienta informática NAIA, desarrollada en el marco del proyecto. Con ella se obtiene una serie de indicadores agrupados por temas en los tres ámbitos económico, ambiental y social. Entre los indicadores ambientales (con 7 dimensiones y 43 indicadores) se incluye un balance energético y una huella de carbono siguiendo la metodología PAS 2050.

Se trata de una herramienta holística de análisis a escala de explotación de sumo interés que incorpora estas dos variables. Aunque centrada en explotaciones de pequeños rumiantes (ovino y caprino) es extrapolable al resto de ganaderías, y probablemente adaptable a cultivos extensivos e intensivos.

Aunque no son experiencias desarrolladas en el territorio español, se incluyen dos casos de estudio muy relevantes en esta materia que pueden considerarse como hitos.

Programa ÖKO PUNKTE en Baja Austria

Aspectos destacables: ejemplo de integración de un “módulo climático” (medidas de mitigación a escala de explotación) en las ayudas agroambientales de la región de Baja Austria

Promotores: gobierno regional de la región de Baja Austria, responsable de desarrollar los programas agroambientales de la región.

Descripción: programa agroambiental desarrollado en el marco de la PAC que tiene como objetivo técnico mejorar la gestión medioambiental global de las explotaciones agrícolas y el paisaje. Subyace como objetivo económico asegurar unos ingresos apropiados a la explotación con un pago directo por hectárea basado en el número de ecopuntos logrados por la mejora de la situación de la explotación o por su mantenimiento en unos valores adecuados. La ayuda media recibida por los agricultores sumados al programa es de 300 €/ha. Se utiliza el software Planete (de origen francés) adaptado a las condiciones de la región y se valora mediante puntos el comportamiento de 6 indicadores climáticos: emisiones brutas de GEI de producciones animales y vegetales, emisiones de GEI ligados a la energía utilizada (directa e indirecta), balance de materia orgánica en suelos, ganancia del stock de carbono en madera y elementos del paisaje, y stock de carbono en suelos. El método de los “ecopuntos” se extiende además a un enfoque global basado en diferentes aspectos, siendo evaluados también indicadores respecto al agua, biodiversidad, paisaje, etc. El modo de cálculo para cada caso está perfectamente definido.

La implicación de los agricultores es voluntaria aunque con un compromiso de 5 años. El dispositivo de control lo ejerce una agencia federal del Estado y permite un cruce de datos de la explotación disponibles y de los controles in situ (alrededor de un 5 % de inspecciones in situ al año). El programa existe desde 1991 y agrupa ya a 6.700 explotaciones. Es en definitiva un sistema robusto desde el punto de vista operativo validado 3 veces en el marco de las ayudas agroambientales y que demuestra el potencial que pueden tener las evaluaciones a escala de explotación en materia de reducción de consumos energéticos y emisiones de GEI.

Programa Plan de Performance Energétique en Francia

Aspectos destacables: plan nacional promovido por el gobierno francés basado en la reducción de consumos energéticos para, entre otros, el sector agrícola y en este caso particular utilizando herramientas de diagnóstico a nivel de explotación.

Descripción: plan nacional con 8 ejes de trabajo. Para el sector agrícola se basa en la realización de diagnósticos en explotaciones agrícolas realizados con el software Dia'terre. La realización de estas diagnósticos a escala de explotación es requisito imprescindible para el cobro de ayudas. En base a los resultados del diagnóstico se establecen cuantías de ayudas para inversiones. El objetivo de este programa es permitir no sólo un ahorro para mejorar la competitividad de las explotaciones, sino mejorar su autonomía energética con el objetivo de que al menos el 30 % de las explotaciones sean más autónomas energéticamente.

Las inversiones posibles a realizar en las explotaciones están en una lista cerrada que se publica cada año según prioridades. Ejemplos de estas inversiones son la instalación de un intercambiador de calor, de un preenfriador de un tanque de leche, cambio de maquinaria por otra más eficiente, los bancos de pruebas para tractores, etc.

Se trata de un programa ligado al fondo FEADER, con unos 2.000 desarrollos por año entre 2009 y 2012, y con tendencia relativamente estable. En definitiva un programa energético con un gran impacto a nivel nacional y que transmite las oportunidades ligadas a la sobriedad energética en el sector agrícola.

5.2. Softwares u hojas de cálculo generadas. Origen de los coeficientes de conversión y adaptabilidad al territorio español

En los últimos años se han generado un número importante de herramientas de cálculo en España para el cálculo de huellas de carbono en agricultura. Estas herramientas se han desarrollado por entidades muy diversas y también con objetivos dispares. Esta situación se vivió en Francia, país pionero en este tipo de herramientas, hace una década. El resultado es que el usuario no experto que por primera vez se enfrenta al cálculo de las emisiones de GEI en una explotación no sabe por dónde empezar. A continuación se plantean algunas cuestiones que el usuario no experto debería considerar antes de seleccionar una herramienta.

○ ¿Qué calculan?

En primer lugar hay que plantearse qué tipo de resultados queremos obtener. En este sentido hay herramientas disponibles actualmente que incluyen tanto consumos energéticos como emisiones de GEI. Del mismo modo hay herramientas que incluyen consumos energéticos tanto directos como indirectos, otras sólo consumos energéticos directos, emisiones en los dos primeros o en los tres alcances, etc. En función del uso que vayamos a hacer de esta información será útil conocer qué analiza cada una de las herramientas. También es especialmente importante saber si nos interesa conocer los consumos y emisiones por unidad de superficie (una huella de una organización), por unidad de producción (una huella de producto) o ambos aspectos.

○ ¿Cuál es su ámbito de evaluación?

Existen herramientas que trabajan a escala de explotación agrícola y cuyo objetivo es servir de herramienta para la mejora de los sistemas productivos. En cambio hay herramientas que abarcan todo el proceso productivo, desde la producción en campo hasta la puesta a disposición del producto en manos del consumidor. Cuanto más abarca una herramienta menos precisión va a tener generalmente en cada una de las fases, cuanto más específico mayor información obtendremos. Tendremos que plantearnos por tanto cuál es nuestro objetivo en la evaluación.

○ ¿Qué ámbito geográfico tiene?

Las herramientas pueden haber sido diseñadas para un ámbito geográfico muy amplio (por ejemplo, para la Unión Europea) o para ámbitos geográficos menores. De nuevo, a mayor amplitud geográfica menor precisión en los cálculos ya que la calculadora utilizará medias válidas para un territorio amplio. A cambio estas herramientas tienen la ventaja de ser más universales en su uso o ser más flexibles en cuanto a la diversidad de producciones a analizar. Por otro lado, las herramientas diseñadas para un ámbito geográfico concreto serán más precisas. La desventaja es que no siempre existe una herramienta para el ámbito geográfico en el que trabajamos.

○ ¿Qué sectores productivos abarca?

Al igual que para el ámbito geográfico, existen herramientas de cálculo centradas en algunos sistemas productivos (ganadería, cultivos energéticos, etc.) y que suelen ser mucho más precisas que las herramientas que abarcan más sistemas productivos.

○ ¿Siguen alguna metodología reconocida internacionalmente?

Como veremos más adelante la mayoría de los calculadores utilizan metodologías aceptadas internacionalmente (GHG Protocol, ISO 14064, ISO 14069, PAS 2050, Bilan Carbone, etc.) que establecen con detalle qué emisiones deben contabilizarse. Es muy recomendable que la herramienta seleccionada atienda a estos estándares básicos y aceptados internacionalmente.

○ ¿Cómo muestra los resultados?

El desglose detallado de los resultados es un aspecto de suma importancia ya que los resultados de las diagnósticos no son siempre fácilmente interpretables. Aunque algunas hojas de resultados de estas herramientas puedan parecer muy complejas, es importante poder trazar con todo detalle el origen de las emisiones o de los consumos. Sólo de este modo podremos comprender los resultados y diseñar medidas de mitigación

eficaces y centradas en el verdadero origen de las emisiones. Es recomendable por tanto que se detallen las emisiones de cada GEI, su origen, que podamos comprender claramente cada resultado de qué parte del cálculo proviene, etc.

○ **¿Qué tipo de interfaz utiliza?**

Algunas calculadoras se basan en hojas de cálculo algo complejas inicialmente, ya que el usuario no está seguro de qué datos debe rellenar. En otros casos, la interfaz es mucho más sencilla y el usuario simplemente debe rellenar una serie de campos que el propio software le demanda. La ventaja de las hojas de cálculo más o menos rediseñadas es que siempre existe la posibilidad de tener una trazabilidad absoluta sobre los cálculos, pero la ventaja de los entornos de uso programados es una mayor facilidad de uso para usuarios no expertos.

○ **¿Es de uso libre, hay algún manual, vamos a tener algún tipo de asistencia?**

En la mayoría de los casos, las herramientas de cálculo son de uso libre, aunque en muchos casos se requiere un permiso de uso.

En la Figura 17 se resumen algunas de las herramientas disponibles actualmente en el ámbito español.

Herramienta	Ámbito geográfico óptimo	Escala de evaluación	Comentario
Farm Level Carbon Calculator	Europa	Explotación	Específico agricultura, evalúa energías aunque sólo directa, propone automáticamente medidas de mitigación, incluye fijación C, promovida por la Comisión Europea con el objetivo de tener una herramienta de diagnóstico para la mejora del comportamiento climático en explotaciones. Claramente orientada a un proceso de evaluación continuo en explotación. Permite cálculos en base a superficie o unidad de producción. Distribución libre en breve previo registro.
AgriClimateChange Tool	Europa	Explotación	Específico agricultura, evalúa también energía directa e indirecta, conlleva el desarrollo planes de acción, incluye fijación C, ampliamente testado en 4 países de la UE, permite cálculos en base a superficie o unidad de producción. Distribución libre previo registro.
Planète-GES	Francia, aunque utilizado en otros países	Explotación	Específico agricultura, evalúa también energía directa e indirecta, fijación de C y diseñada para el desarrollo planes de acción. Aunque está adaptada a Francia ha sido utilizada directamente o modificada en evaluaciones en el norte de España donde su uso parece razonable y ajustado. AgriClimateChange Tool es en parte heredera de esta herramienta. Distribución libre previo registro.
Eureners3	España	Análisis ciclo de vida	Específico agricultura, centrado en el cálculo de huella de carbono de producto agroalimentario. Hasta la fecha centrada en olivar y explotaciones ganaderas de ovino de leche, vacuno de carne y porcino, pero está diseñada para que se pueda ampliar a otros sectores. No incluye aspectos energéticos, ni balances de nitrógeno. Distribución libre previo registro.

Calcugei	España	Organización, más allá de la explotación	Específico agricultura. Diseñado específicamente para la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de la producción de biocarburantes a partir de materias primas cultivadas en España (trigo, cebada, girasol, colza, y sorgo azucarero). La herramienta permite la reproducción del cálculo de los valores por defecto de la Directiva de Energías Renovables (DER) para la producción de biocarburantes, así como la posibilidad de realizar cálculos reales, adaptados individualmente. Desarrollada por el Ciemat, en el marco de un convenio de colaboración con IDAE
AIR.E	España	Modulable en función de las necesidades	Adaptable al sector agrícola pero también a otros. Herramienta transversal para el cálculo de la huella de carbono de cualquier entidad, ya sea producto, organización, evento o servicio. También permite el cálculo de la huella hídrica de cualquier sector. Herramienta de pago, auditada y utilizada en diversas certificaciones.
NAIA 2.0	España	Explotación	Herramienta que analiza la sostenibilidad de las explotaciones agrícolas y ganaderas en base a una batería de indicadores ambientales, económicos y sociales. Además de indicadores sociales y económicos incluye indicadores ambientales, concretamente un balance de NPK, balance de Energía, Huella de Carbono (PAS 2050), en total con 43 indicadores. Incluye almacenamiento de C. Diseñado para explotaciones de pequeños rumiantes (ovino y caprino), pero extrapolable al resto de ganaderías, cultivos extensivos e intensivos. Uso libre sujeto a permiso.
CCOO	España	Organización, más allá de la explotación	Específico agricultura. Mide la Huella Carbono y Laboral en PYMES Agroalimentarias del Ámbito Rural por lo que evalúa otros aspectos, especialmente aspectos laborales. No se ajusta a metodologías internacionales porque es una herramienta informativa, no dirigida a la certificación. Los resultados, tanto para indicadores climáticos como laborales, se muestran por categorías establecidas a partir de ciertos umbrales. No incluye aspectos energéticos.
LessCO2	España	Explotación	Específico agricultura. Desarrollado en la Región de Murcia para dar apoyo a los productores locales. Se trata de una iniciativa dirigida al etiquetado de productos para aportar un valor añadido de cara al comercio exterior. Incluye una metodología de cálculo basada en normas internacionales. No incluye aspectos energéticos. Considera almacenamiento de C.
Agrolcamanager	España	Modulable en función de las necesidades	Específico agricultura, herramienta en fase de construcción para el cálculo de indicadores ambientales como huella de carbono, huella hídrica, flujo de C, uso de plaguicidas, análisis legislativo aplicable y con el objetivo de recomendar buenas prácticas al usuario. Por ahora centrado en vitivinicultura, remolacha azucarera y horticultura al aire libre, aunque extrapolable a otros sectores. No considera almacenamiento de C.

Figura 17. Relación de los principales software disponibles para la realización de auditorías energéticas y/o climáticas (Fuente: Fundación Global Nature, grupo trabajo de Conama 2013)

El funcionamiento básico de las calculadoras y sus limitaciones

Las calculadoras de GEI son una herramienta fundamental en las evaluaciones de las explotaciones agrícolas. Permiten obtener una diagnosis precisa de las explotaciones analizadas y tener la mejor información posible para tomar decisiones. Estas herramientas funcionan de manera muy similar. Todas ellas toman como referencia un ciclo de producción y están basadas en metodologías aceptadas internacionalmente (GHG Protocol, ISO 14064, ISO 14069, PAS 2050, Bilan Carbone, etc.) que establecen con detalle qué emisiones deben contabilizarse. No obstante, estos documentos no nos indican cómo deben realizarse los cálculos, son sencillamente guías para homogeneizar las diferentes evaluaciones realizadas para distintos productos y servicios, y por diferentes personas o entidades.

Lejos de ser una solución definitiva, las mencionadas metodologías no sientan más que unas bases muy someras sobre el cálculo de una huella de carbono de un producto o una explotación. Pensemos que estas herramientas no son más que calculadoras que deben transformar datos “crudos” y fácilmente registrables en la explotación (kg, litros, superficies, KWh, rendimientos, etc.) en consumos energéticos y/o emisiones. Por tanto, la calidad y cantidad de datos aportados a la calculadora puede generar diferencias significativas en los resultados. Por otro lado, cada software utiliza coeficientes diferentes para convertir esos datos crudos en emisiones o consumos. En algunos casos estos coeficientes no revisten una gran complejidad. Por ejemplo, las emisiones de CO₂ que se producen al quemar un litro de gasoil no varían mucho ya que son el resultado de una reacción química que se produce del mismo modo en diferentes partes del mundo. Pero otra cosa muy diferente son los coeficientes que sí están condicionados por las características pedoclimáticas locales. Por ejemplo, el proceso de nitrificación-desnitrificación dependerá en gran medida del tipo de suelo, de la humedad, de la temperatura, etc. Lo mismo sucede con el resto de las llamadas emisiones biológicas. Y lógicamente sólo podemos trabajar con los mejores datos disponibles, sin que ello signifique que estén realmente ajustados a nuestro caso.

Dicho esto, tampoco significa que las calculadoras sean inútiles por ser difícilmente comparables en cuanto a sus resultados. O incluso que necesariamente todos los usuarios deberán utilizar la misma calculadora (porque también pueden darse diferencias en función de la toma de datos). Lo más interesante es comprender que una herramienta en sí no aporta gran cosa, más allá de unos resultados. Al fin y al cabo las calculadoras son herramientas, y las herramientas son medios para conseguir objetivos, no son el objetivo en si mismo.

El mayor valor de las calculadoras de carbono radica en sus usuarios y la capacidad que tienen para interpretar los resultados y proponer planes de acción que permitan avanzar sobre esos resultados año tras año.



Los alcances o scopes

Para la producción de bienes en una explotación agrícola se requieren una serie de operaciones que debemos conocer con el máximo detalle cuando abordamos una evaluación climática o energética. Cada una de estas operaciones conllevará unas emisiones y, como ya se ha comentado anteriormente, existen una serie de protocolos internacionales que nos ayudan a definir y ordenar estas emisiones según su alcance o perímetro de emisión.

De este modo se definen unas emisiones directas o de perímetro interno (llamadas en inglés *scope 1*) que se producen dentro del propio perímetro de la explotación agrícola. Un ejemplo de emisiones de GEI en el perímetro interno serían las emisiones de óxido nitroso derivadas de la aplicación de un fertilizante.

Las emisiones indirectas de perímetro intermedio (o *scope 2*, en inglés) son las emisiones derivadas del uso de electricidad, calor o vapor. Pensemos que las emisiones causadas por la producción de esta energía seguramente no se darán estrictamente en la explotación, sino en un perímetro cercano. Por ejemplo, las emisiones derivadas de producir la electricidad que consume una explotación lechera no se dan a escala de la explotación sino posiblemente a escala de la región.

Finalmente debemos considerar las emisiones indirectas de perímetro externo (o *scope 3*, en inglés) que no pueden adjudicarse a los perímetros anteriores. Por regla general son emisiones ligadas a la fabricación, transporte y otras operaciones que se realizan a una distancia considerable de la explotación. Pongamos como ejemplo las emisiones realizadas por la fabricación de los insumos agrícolas, que probablemente se hace en otro país o incluso en otro continente.

A continuación se incluye una tabla con los aspectos que se consideran habitualmente en cada uno de los alcances o perímetros de una explotación agrícola.

SCOPE 1: EMISIONES DIRECTAS
Máquinas y equipamientos
Máquinas móviles
Máquinas fijas
Emisiones de procesos
Fermentación entérica
Gestión de deposiciones
Emisiones directas de suelos agrícolas
Emisiones indirectas de suelos agrícolas
Cultivos de arroz
Quema prescrita residuos de los cultivos
SCOPE 2: EMISIONES INDIRECTAS
Electricidad comprada
Irrigación colectiva (bombeo eléctrico)
Compra de vapor, calor o frío
SCOPE 3: EMISIONES INDIRECTAS
Fertilizantes minerales (fabricación y transporte)
Otros insumos vegetales (plantas, semillas, fitosanitarios)
Plásticos y otros petroquímicos
Alimento ganado
Otros insumos animales (gastos ganado, compras animales, etc.)
Infraestructuras construcción
Materiales agrícolas
Transportes asalariados y productos agrícolas
Energía para la puesta a disposición de energía fósil

Figura 18. Relación de emisiones más comunes en explotaciones agrícolas y sus alcances

Los coeficientes: qué son y de dónde provienen

Los coeficientes de emisión son aquellos que nos permite transformar datos crudos de una actividad agrícola en una emisión. Por ejemplo, cuántos gramos de un GEI determinado liberan al quemar un determinado combustible, al utilizar un Kwh, utilizar un kg de pienso, etc. Estas emisiones se dan en diferentes GEI, por lo que es necesario convertir estas emisiones en la cantidad equivalente de CO₂ utilizando como se ha explicado al principio el PCG de cada uno de los GEI. Esto a veces no resulta sencillo porque algunas actividades generan diversos GEI. Pero la parte más compleja no está aquí, sino en conocer cuáles son los coeficientes que se utilizan para cada una de las operaciones, teniendo en cuenta que para una explotación sencilla éstas pueden medirse en centenares de pequeños cálculos.

Por lo general cada software tiene un manual en el que se detalla el origen de los coeficientes utilizados. De este modo el usuario asume estos factores. El problema llega cuando el usuario se da cuenta de que su producto, operaciones, entrantes o condiciones locales son muy específicas, y difícilmente los coeficientes propuestos van a ser certeros. En este caso el usuario tiene dos opciones: o bien, utilizar un coeficiente mejor siempre que exista la posibilidad de modificar el software de cálculo, y en caso de no tener un coeficiente mejor o no poder modificar el software, asumir el error de cálculo y valorar la magnitud del error.

Existen actualmente diversos referenciales útiles que la mayoría de los softwares utilizan. Los más conocidos son las propias publicaciones del IPCC (tanto con datos internacionales como nacionales o regionales), Base Carbón (realizada para Francia pero utilizada en climas similares), Dia'terre, ECOINVENT (base de datos privada suiza), GES'TIM (establecido por institutos agrícolas franceses, pero utilizado en diversos softwares españoles). La mayoría de los calculadores mencionados anteriormente utilizan una mezcla de las diferentes bases de datos.

¿Qué pasos hay que seguir para realizar una evaluación?

La realización de una evaluación energética o de GEI conlleva una carga importante de trabajo para el evaluador. Implica trabajo en la explotación, en gabinete y no siempre un trabajo puramente técnico. Establecer una relación de confianza con los agricultores es fundamental no sólo para la fase de toma de datos sino también para saber interpretar el porqué de una gestión determinada, saber comprender los aspectos que más o menos interesan al propietario, proponer medidas de mejora que susciten interés, etc.



A continuación se incluye una tabla que resume las fases que conlleva una evaluación

FASE	ASPECTOS A TRABAJAR
Decidir qué objetivo tiene nuestra evaluación	¿Buscamos una huella de organización o de producto? ¿queremos evaluar consumos energéticos o sólo GEI? ¿A qué escala queremos trabajar y con qué objetivo? ¿Es una huella informativa o hay un proceso continuo de mejora?
Decidir la herramienta a utilizar	¿Qué herramienta se adapta mejor a nuestros objetivos? ¿Está disponible? ¿Existe una manual con el que resolver dudas? ¿Hay formación disponible para el uso de esa herramienta y asistencia posterior? ¿Es una herramienta sólida y basada en estándares reconocidos? Si se realiza una formación es importante empezar a utilizar la herramienta cuanto antes.
Toma de datos	Resulta más sencillo hacerse una plantilla previa, es muy recomendable informar al agricultor previamente de lo que vamos a solicitar para evitar desplazamientos improductivos, es importante tener el máximo número de comprobantes (recibos, facturas, etc.) para evitar datos imprecisos. Es difícil estimar un tiempo para la toma de datos, pero puede variar entre una mañana o un par de días, en función de la cantidad de datos y de su disponibilidad.
Cribado de los datos	Es recomendable ordenar y analizar la coherencia de los datos en gabinete antes de introducirlos en el computador: saber qué datos faltan, conocer cuáles son reales y cuáles estimados, compararlos someramente con otras referencias similares, etc. De este modo pueden solucionarse problemas detectados antes de comenzar el análisis.
Introducción de datos en calculadora	Es recomendable hacerlo en el mínimo número de sesiones (no meter los datos por partes) para minimizar errores. También ayuda tener apuntes sobre las dudas que surjan, o incluso datos no relevantes que nos permitan recordar más adelante algunos detalles de la explotación, del propietario, de las tareas realizadas, etc.
Análisis de resultados	Fase de gabinete que permitirá no sólo obtener los resultados de la evaluación sino comprender su origen, los aspectos agronómicos que influyen en estos, etc. Sólo de este modo vamos a ser capaces de generar un buen plan de acción.
Propuesta de acciones de mejora	Se hace en gabinete y de manera unilateral, pero teniendo en cuenta los aspectos que más pueden interesar al agricultor. Debe considerarse como una primera propuesta a presentar al agricultor y que seguramente será modificada. No obstante, las medidas propuestas deben estar ya razonadas y cuantificadas para exponer sus beneficios ante el agricultor. Es importante que además de los argumentos energéticos y climáticos, podamos presentar otros argumentos de tipo económico, social, etc. Todo ello ayudará al agricultor a decidirse por unas u otras acciones.
Cribado definitivo de las acciones	La entrevista de presentación de resultados con el agricultor es un punto clave en las evaluaciones. En la mayoría de los casos es contraproducente abrumarle con cantidades ingentes de datos o datos técnicos que sólo un experto comprende. En la mayoría de los casos basta con presentar algunas cifras muy generales pero que argumenten perfectamente nuestras propuestas. Debe cuidarse mucho el aspecto humano, no nos olvidemos que le estamos diciendo a un agricultor que lleva toda la vida trabajando su tierra, cómo debe hacer las cosas... y eso no es fácil. Además nuestras propuestas pueden estar basadas en argumentos que no son acertados. Esta entrevista es un momento clave ya que de ella dependerá que el agricultor tome en consideración nuestro trabajo o no.
Puesta en marcha y seguimiento de las acciones	Es una fase larga que supone acompañar al agricultor en el proceso de cambio. No necesariamente vamos a asesorarle en las nuevas técnicas o inversiones que le hemos propuesto, porque en muchas ocasiones las aptitudes del evaluador no son suficientes. No podemos ser expertos en todo y lo más normal es que en el proceso de acompañamiento incorporemos a otros actores (otros técnicos especialistas por ejemplo). Sí que es nuestra tarea en cambio evaluar el progreso y muy especialmente mostrarlo al agricultor y difundirlo al resto de la comunidad agrícola.

Figura 19. Etapas en la realización de una diagnosis a escala de explotación

Certificaciones energéticas y climáticas en el ámbito internacional y español

Cada vez es más frecuente oír hablar de certificaciones energéticas y de huellas de carbono, pero no siempre la información disponible es clara y precisa. Este apartado no pretende ser una guía de las posibles certificaciones existentes sino que pretende ofrecer unas nociones preliminares, y mostrar tanto el interés como sus limitaciones.

Certificaciones: ¿qué son y para qué sirven?

Las certificaciones son herramientas que en el caso particular que nos atañe permiten que las organizaciones (es decir, los productores agrícolas en general) puedan demostrar ante terceros sus compromisos en materia de mitigación del cambio climático o buen comportamiento energético. También puede certificarse, no sólo el comportamiento de una organización (explotación agrícola), sino el producto en sí.

Las certificaciones son mecanismos transparentes y por ello requieren el control de una entidad de certificación externa y acreditada que evalúa el cumplimiento de unas normas determinadas. De este modo, existe una constatación veraz de una determinada información o de un determinado progreso, por ejemplo, hacia una reducción de consumos energéticos o mitigación de GEI.

Para favorecer el reconocimiento internacional de estas certificaciones, se establecen unos estándares metodológicos reconocidos internacionalmente. Por ejemplo, en el caso de la huella de carbono no podremos calcularla de cualquier modo, sino que tendremos que seguir las indicaciones metodológicas

establecidas en documentos como el GHG Protocol, PAS 2050, Bilan Carbone, ISO 14064, etc. De este modo, todas las huellas de carbono serán comparables entre ellas y sometidas a los mismos condicionantes. Cada país tiene sus entidades de certificación acreditadas pero metodológicamente todas funcionan del mismo modo. Trabajan con sus clientes para definir el ámbito de trabajo y el alcance deseado, calculan la huella, la certifican, la comunican y ponen en marcha los procesos de mejora necesarios.

Para la certificación de una huella de carbono en el sector agrícola existen numerosos referenciales y normas (para el cálculo de huella de organización, producto, para comunicación e la huella, verificación de emisiones, compensación de éstas, etc.). La mejor opción es dirigirse a las entidades certificadoras y dejarse asesorar por ellas.



En el caso de las certificaciones energéticas, existen tres normas que no son específicas para el sector agrícola y cuya aplicación a éste no está exenta de dificultades. Se trata de las normas UNE 216501 (requisitos auditorías energéticas), y UNE 16001 y ISO 50001 (sistemas de gestión energética). Son de nuevo metodologías y referenciales básicos a la hora de certificar el comportamiento energético de una explotación.

Obviamente se trata de mecanismos voluntarios, con un coste económico asociado y que indirectamente conlleva un mejor comportamiento energético o climático, ayuda a diagnosticar mejoras en el seno de la organización y compromete a un proceso de mejora. La organización publicitará sus resultados ante terceros, que probablemente serán los potenciales clientes, para así diferenciarse de sus competidores, por lo que conlleva la creación de un mercado de productos y servicios de bajo carbono.

No obstante, este tipo de certificaciones también tienen sus limitaciones. Por ejemplo:

- una certificación climática o energética, si bien implica una diagnosis y por tanto un mejor conocimiento de la explotación siempre positivo, no deja de ser una visión parcial de la explotación agrícola. Hay otros factores importantes a valorar conjuntamente (por ejemplo, el económico, pero también aspectos relacionados con la biodiversidad, agua, etc.). No podemos “juzgar” una explotación exclusivamente por su comportamiento climático por ejemplo.
- desgraciadamente no todos los potenciales clientes del sector agroalimentario (desde consumidores hasta grandes distribuidores) son sensibles a estas certificaciones, por lo que la publicidad de estos logros no siempre encuentra un interlocutor adecuado. Para convertir realmente las huellas de carbono o energéticas en referentes para el consumidor, se requiere mucho trabajo previo. Lo cierto es que pocos consumidores actualmente son capaces de explicar qué es el cambio climático, porqué la producción de un alimento conlleva emisiones, etc. De hecho, parece que el consumidor tiene dificultades incluso para explicar el significado de etiquetas mejor asentadas en los mercados (Denominación de Origen, Producción Ecológica, etc.).
- independientemente de los estándares, metodologías aprobadas internacionalmente, certificadores acreditados, etc. existe aún un importante margen para la mejora de estos cálculos. Esto no significa que haya que esperar eternamente a la puesta en marcha de huellas de carbono, pero también hay que ser conscientes que la mayoría de las herramientas no utilizan los coeficientes óptimos, sino los mejores coeficientes disponibles para sus cálculos.

En cualquier caso, es indiscutible que la normalización de estándares internacionales en materia de energía y emisiones (y en otros indicadores ambientales) y su certificación es una herramienta muy potente para generar una mejora global en el sector y que tiene la capacidad de implicar a un gran número de actores, desde la misma producción al consumidor final. Valga como ejemplo el progreso realizado en los últimos años por el sector del vino que ha sido pionero en la realización de huellas de carbono y en la transmisión de estos valores tanto dentro del sector como hacia el consumidor final.

¿Existen otras opciones?

Hasta el momento hemos apuntado hacia procesos de certificación llevados a cabo por entidades acreditadas y bajo estándares oficiales. No obstante, cabe recordar que hay multitud de ejemplos de certificaciones de tipo colectivo, que también resultan exitosas para los objetivos que se plantean sus promotores. Son sencillamente opciones diferentes a las que se pueden optar. De hecho su objetivo fundamental sigue siendo el mismo, diferenciarse de manera transparente ante terceros y poner en marcha un proceso de mejora o mantener un estándar de calidad. Las diferencias se dan entonces en relación al ámbito geográfico que cubren (generalmente menor), el tipo de actores promotores, el tipo de público diana (en muchos casos orientado directamente al consumidor de proximidad) y el impacto global de la certificación. En el ámbito energético o de emisiones de GEI no existen aún iniciativas en España en este sentido, pero sí las hay en muchos sectores y para acreditar por ejemplo códigos de buenas prácticas agrícolas. En definitiva son opciones diferentes y no comparables entre sí porque tienen planteamientos diferentes.

En este sentido, un reciente estudio realizado por la Solagro (Francia), la Fundación Global Nature y la consultora independiente Arielle Cleu para la puesta en marcha de una iniciativa de certificación energética promovida desde el sector agrícola, pone de manifiesto que en este proceso deben contemplarse un número importante de variables. Cada iniciativa responde a unas necesidades concretas, pero siguiente tabla resume los aspectos más importantes:

ASPECTO A CONSIDERAR	DESCRIPCIÓN
Los actores implicados	¿Quién hace qué?, ¿participan realmente todos los implicados?, ¿nace de ellos la iniciativa?
Los beneficiarios	¿Para todos los sectores, específico para alguno?
Las condiciones de accesibilidad para los agricultores	¿Debe pagarse por estar dentro?, ¿qué precio? Debe ser autosuficiente, pero tampoco ser excluyente
La metodología utilizada	Herramienta de diagnóstico y perímetro, referenciales por producto previos, umbrales y ámbito geográfico
El interés económico y/o el coste para los beneficiarios	¿Hay un retorno por estar dentro de la certificación? La mejora o mantenimiento de su comportamiento energético y climático seguramente implica gastos de inversión ¿se cubren?, ¿hay financiación prevista para esto?
El tipo de compromiso para los beneficiarios	¿Cuánto tiempo dura el compromiso?, ¿qué condiciones deben cumplirse?
El seguimiento anual para los beneficiarios	¿Quién y cómo se controlan los compromisos?
Los mecanismos de control	¿Hay mecanismos de control externos?
Los resultados esperados	Tanto para agricultores, socios técnicos, instituciones, sociedad en general ¿dónde se pretende llegar?, ¿están claro los beneficios potenciales para todos?
Los medios de sensibilización, difusión, dinamización, etc.	¿Se han comunicado los beneficios potenciales para todos?, ¿el público destinatario comprende lo que se certifica?, ¿es sensible a ello?, ¿transmite un mensaje de apoyo al agricultor?
La complementariedad y articulación con otros mecanismos existentes	Puede ser interesante vincular esta certificación a ayudas previamente existentes, por ejemplo medidas agroambientales. De este modo se asegura una financiación al agricultor en sus planes de mejora

Figura 20. Consideraciones a tener en cuenta ante una certificación colectiva en materia energética o climática

Como puede observarse, las respuestas a estas preguntas planteadas permitirían la puesta en marcha una estrategia de certificación colectiva en materia de energía y GEI (o incluso en otros aspectos ambientales). Se trata de un mecanismo de certificación/reconocimiento muy enfocado al consumidor, que sería sencillo de poner en marcha en un sector concreto o a nivel regional, pero que se complica en un ámbito geográfico mayor. Sólo el promotor de una iniciativa de este tipo es capaz de saber cual de las vías le interesa más, sin que ambas sean excluyentes.

Políticas energéticas y climáticas, herramientas de cálculo y certificaciones: propuestas de futuro

Tras la experiencia acumulada por la Fundación Global Nature en materia de acompañamiento a agricultores en el ahorro energético y reducción de emisiones a escala de GEI, y a modo de propuestas de futuro se considera que los siguientes puntos podrían contribuir de manera significativa al mantenimiento de una actividad agrícola más sostenible:

1. Instaurar las herramientas de diagnóstico como indicadores de progreso en el sector agrícola, tanto herramientas de diagnóstico energética y climática, como de otras variables medioambientales.
2. Incorporar las diagnósticos energéticos y climáticos como indicadores habituales en los trabajos y servicios habituales de asesoramiento a explotaciones.
3. Incorporar medidas de mitigación dentro de programas estratégicos de lucha contra el cambio climático nacionales o en las regulaciones derivadas de la PAC (por ejemplo a través de la inclusión de módulos energéticos y climáticos, ayudas a inversiones, formación, servicio asesoramiento a explotaciones).
4. Crear plataformas estables de trabajo en red entre diferentes actores implicados (sector agrícola, investigadores, ONG, administraciones públicas de distinto nivel, etc.) desde donde diseñar conjuntamente las políticas/medidas energéticas o climáticas a impulsar.
5. Impulsar la realización de más evaluaciones a escala de explotación para obtener referencias básicas para cada sector que posteriormente puedan utilizarse como umbrales. También para generar argumentos de tipo climático y energético ante terceros países o la propia UE y así tener más argumentos para defender al sector ante negociaciones.
6. Incorporar en todos los procesos mencionados anteriormente la participación del sector agrícola y de los consumidores.



La agricultura es un sector clave en la lucha contra el cambio climático. Por un lado, y como actividad dependiente de las condiciones climáticas, es un sector vulnerable que deberá adaptarse a las consecuencias ya inevitables de los escenarios de cambio climático adversos previstos por diferentes expertos internacionales. Por otro lado, es un sector que puede contribuir de manera muy significativa a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En este sentido, el sector agrícola cuenta con dos ventajas importantes: se trata del único sector productivo que además de emitir, tiene la capacidad de fijar carbono, o dicho de otro modo, puede actuar como sumidero; y por otro lado, las experiencias de mitigación ensayadas hasta la fecha permiten vislumbrar que no es especialmente complejo evitar emisiones de gases de efecto invernadero en este sector.

La puesta en marcha de medidas de mitigación a escala de explotación tiene muchos retos por resolver. En primer lugar es necesario informar a la comunidad agrícola de su papel clave en la solución de este problema medioambiental. También es necesario proponer la implicación del sector a través de medidas que no supongan una merma en sus rendimientos, sino más bien lo contrario, que suponga una mejora de la competitividad de las explotaciones. Finalmente, sería necesario encontrar los mecanismos adecuados para que estas medidas fueran aplicadas en una superficie agrícola significativa. Este proceso se ha traducido en otros países en la puesta en marcha de un menú de medidas que los agricultores pueden aplicar a escala de explotación y que está ligado a un servicio de asesoramiento y de incentivos, generalmente a través del segundo pilar de la PAC. Dado que muchas medidas que permiten la mitigación del cambio climático, también permiten la reducción de costes energéticos a escala de explotación, otros países han optado por crear programas nacionales enfocados a reducir consumos y emisiones de manera específica para el sector agrícola, principalmente a través de ayudas a inversiones. Los estudios llevados a cabo hasta la fecha subrayan asimismo que muchas medidas de mitigación puestas en marcha a escala de explotación tienen otros beneficios medioambientales paralelos, por lo que las futuras estrategias de mitigación podrían favorecer el cumplimiento de otras normativas.

Sea cual sea la fórmula elegida, cabe recordar que tanto la sobriedad energética como la reducción de emisiones a escala de explotación son medidas que fomentan un mejor conocimiento de la explotación agrícola y que por tanto conllevan tanto un mejor posicionamiento del agricultor ante el futuro de su explotación.



Otras fuentes de información

09

Algunas de las referencias que se incluyen a continuación están en inglés o en francés. Son en cualquier caso documentos de referencia ineludibles cuando hablamos de emisiones de GEI a escala de explotación y herramientas de diagnóstico.

- **ADEME (2011). Réalisation d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre.**
<http://www.ademe.fr/internet/Flash/Bilan-GES/>
- **Almuth Ernsting (2001). Biochar – a climate smart solution?**
http://www.cidse.org/content/publications/just-food/food-andclimate/biochar_a_climate_smart_solution.html
- **Bellarby J., Tirado R., Leip A., Weiss F., Lesschen J.P. and Smith P. (2013). Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe. Global Change Biology 19 (1), 3-18.**
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2486.2012.02786.x/abstract>
- **European Commission, DG AGRI (2010). Cambio climático y agricultura europea. Los retos que se avecinan.**
<http://bookshop.europa.eu/es/cambio-clim-tico-y-agricultura-europea-pbKF3210308/?CatalogCategoryID=h2YKABstrXcAAAEjXJEY4e5L>
- **European Commission, DG AGRI (2008). La agricultura en la UE – Aceptar el reto del cambio climático.**
http://ec.europa.eu/agriculture/publi/fact/climate_change/leaflet_es.pdf
- **FAO (2010). Global survey of agricultural mitigation projects.**
<http://www.fao.org/docrep/012/al388e/al388e00.htm>
- **Greenpeace (2008). Cool Farming: Climate impacts of agriculture and mitigation potential.**
<http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/cool-farming-full-report/>
- **INRA (2013). Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ?**
<http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/Etude-Reduction-des-GES-en-agriculture>
- **JRC. European Commission (2010). Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS)**
http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/livestock-gas/full_text_en.pdf
- **LiveWell for LIFE. Adopting healthy, sustainable diets: key opportunities and barriers**
<http://livewellforlife.eu/opportunities-and-barriers>
- **Web de la Oficina Española de Cambio Climático**
<http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/organismos-e-instituciones-implicados-en-la-lucha-contra-el-cambio-climatico-a-nivel-nacional/oficina-espanola-en-cambio-climatico/>
- **Información sobre el Fondo de Carbono para una Economía Sostenible (FES-CO2).**
<http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/fondo-carbono/>
- **Biblioteca virtual publicaciones de cambio climático del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente**
<http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/fondo-carbono/>



Contactar

Sede Madrid
C/ Real, 48 local E-28231
Las Rozas de Madrid
Tel. +34 91 7104455
e-mail: info@fundacionglobalnature.org

www.fundacionglobalnature.org