



MEDITERRANEO ECONOMICO

El nuevo sistema agroalimentario en una crisis global

- La crisis global de alimentos: causas y naturaleza
- Cambio climático, agua, genética, lucha biológica. Nuevas oportunidades
- Industria agroalimentaria y cambios nutricionales
- La cadena de valor: industria, distribución, marcas
- Las nuevas políticas agrarias en el marco de una agricultura global cambiante



EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU MITIGACIÓN: ¿QUÉ PUEDE HACER LA AGRICULTURA?¹

Ana Iglesias

Universidad Politécnica de Madrid

RESUMEN

Este artículo presenta recomendaciones para el desarrollo de políticas agrícolas dirigidas a alcanzar los objetivos presentes y futuros del Protocolo de Kyoto. El problema fundamental del presente es la necesidad del sector agrario (entre otros) de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o de aumentar la capacidad para secuestrar dióxido de carbono, es decir, de mitigación del cambio climático. En el futuro, a pesar del progreso internacional para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (políticas de mitigación en el presente), el sistema climático continuará su ajuste a las emisiones actuales durante las próximas décadas, con efectos inevitables en los sistemas naturales o intervenidos por el hombre. La agricultura debe prepararse para las condiciones cambiantes, responder a ellas o recuperarse de los impactos (políticas de adaptación en el presente y en el futuro). El reto es definir una combinación óptima de los compromisos de mitigación por parte de la agricultura y de las necesidades de adaptación de la producción de alimentos.

ABSTRACT

This article addresses the consequences of climate change for agriculture in the present and in the future. In the present, the main challenge of the agricultural and food sector is to control greenhouse gas emissions, that is: mitigation of climate change. In the future, mitigation will remain important, but a main problem will be adaptation to different conditions. The international community is making an effort to mitigate greenhouse gas emissions (current mitigation policy), but climate will continue to adjust to the current level of atmospheric gases, with unavoidable risks to natural or managed systems. Agriculture needs to be prepared for never-experienced conditions, respond to them and recover from their impacts. The response needs to be triggered by adaptation policy in the present and in the future. The challenge is to define an optimal combination of mitigation and adaptation policies for agriculture and food production.

1. Introducción

Existen dos intervenciones políticas frente al cambio climático: control de las emisiones de gases de efecto invernadero (mitigación) y ajustes a las consecuencias del cambio (adaptación). El Protocolo de Kyoto de la Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas² impone reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a los países que la ratifican. De acuerdo con la Convención Marco, hay una clara diferencia entre mitigación (reducción de las emisiones o incremento del secuestro de carbono, por ejemplo con el incremento de las masas forestales), y adaptación (medidas para reducir los impactos, riesgo de daños y la vulnerabilidad al cambio climático). Hasta muy recientemente, las negociaciones del UNFCCC se han basado fundamentalmente en la mitigación, pero ahora está claro que los objetivos de bienestar humano en el futuro tienen que incluir también políticas de adaptación. Es imprescindible comprender y cuantificar las respuestas al cambio climático para definir los costes de posibles posiciones políticas: de actuar o de no actuar para modificar el futuro. El Informe

¹ Este artículo ha sido en gran parte posible por la colaboración de Felipe Medina, el trabajo de su tesis doctoral y su magnífica aportación al proyecto PICCMAT de la Unión Europea.

² UNFCCC (1992).

Stern³ argumenta que los costes totales de los riesgos que supone el cambio climático suponen la pérdida de un 5% del PIB anual a finales de este siglo. A pesar de que estos resultados han sido cuestionados por muchos economistas con gran experiencia en cambio climático⁴, puesto que ignoran y contradicen numerosos resultados incuestionables⁵, el análisis de Stern *et alii* (2006) contribuye a establecer un diálogo público sobre el coste que la sociedad está dispuesta a asumir (coste de no actuar), y elimina cualquier duda posible sobre la necesidad de mitigar y adaptarse al cambio climático (beneficio de actuar).

El papel de la agricultura en relación con el cambio climático ha recibido una creciente atención entre el público y los políticos de la Unión Europea. Debido a la contribución significativa de la agricultura a las emisiones de gases de efecto invernadero y a los posibles impactos de la agricultura derivados del cambio climático, está claro que el sector debe tanto contribuir al esfuerzo para controlar las emisiones como prepararse para la adaptación para enfrentarse a los riesgos y vulnerabilidades del cambio climático. Los desarrollos políticos recientes, tales como la propuesta legislativa bajo el «chequeo médico» de la PAC⁶, los esfuerzos de la Comisión Europea para proteger a sus ciudadanos del cambio climático, y la revisión de los presupuestos de la Unión Europea, aportan una oportunidad para re-orientar la política agrícola y fortalecer las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

Este artículo presenta recomendaciones para el desarrollo de políticas agrícolas dirigidas a alcanzar los objetivos presentes y futuros del Protocolo de Kyoto. El problema fundamental del presente es la necesidad del sector agrario (entre otros) de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o de aumentar la capacidad para secuestrar dióxido de carbono, es decir, de mitigación del cambio climático. En el futuro, aunque la mitigación continúe siendo importante, el principal problema será de adaptación a unas condiciones donde la experiencia productiva del pasado y presente no es válida. Las recomendaciones para abordar estos dos puntos se desarrollan a continuación.

2. Las emisiones de gases de efecto invernadero

2.1. Tendencias y compromisos

Los sectores energéticos (producción y consumo de energía, transporte, industria, edificación, entre otros) son responsables de más de dos tercios de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (Gráfico 1), aunque existen grandes diferencias entre regiones con distintos niveles de desarrollo. Las emisiones de la Unión Europea suponen el 10,5% de las emisiones

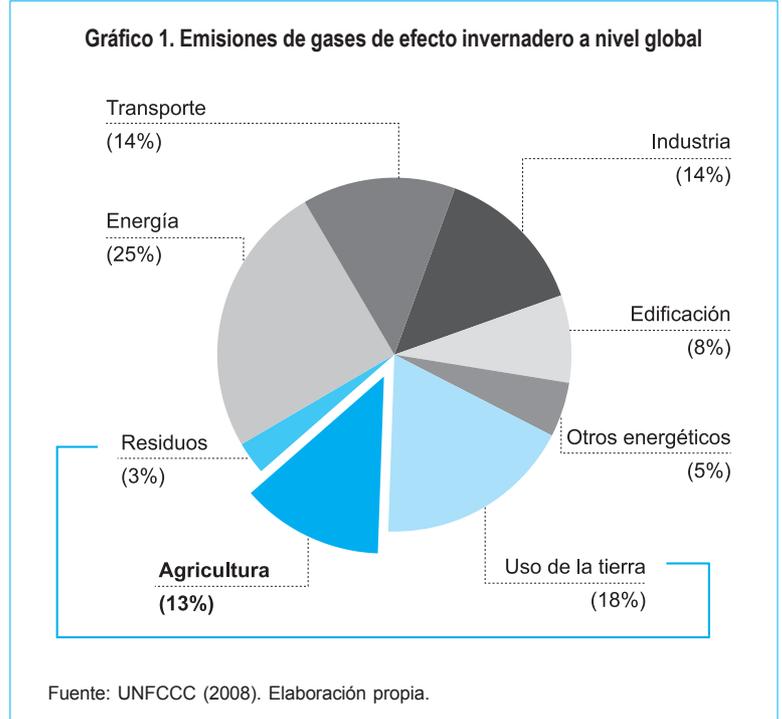
³ Stern *et alii* (2006).

⁴ Tol (2006).

⁵ Franhauser y Tol (2005) y Quiroga e Iglesias (2007).

⁶ COM (2008).

totales que se contabilizan por la UNFCCC⁷. Los cinco mayores emisores de la Unión Europea, entre los que se encuentra España en el quinto lugar, contribuyen a un 80% de las emisiones totales. Las emisiones globales han disminuido en relación con las emisiones de 1990, y continúan disminuyendo como consecuencia de los compromisos adquiridos por los Estados miembros para alcanzar los objetivos del Protocolo de Kyoto para el periodo 2008-2012 y para el 2020. Sin embargo, la Unión Europea ha sobrepasado en un 8% el compromiso de Kyoto para el periodo 2008-2012; España ha casi triplicado esta cifra. Estos datos ponen de manifiesto la necesidad de establecer mecanismos que permitan cumplir los compromisos de reducción de emisiones en los Estados miembros. Con el fin de coordinar los objetivos de reducción de emisiones, la Unión Europea ha desarrollado un paquete de medidas y políticas (*EU Common and Coordinated Policies and Measures: CCPM*) que orientan o reinforman las políticas nacionales. Entre estos mecanismos se incluye, además de los de reducción de emisiones establecidos en el Protocolo de Kyoto, los sumideros de carbono y la adopción de esquemas de comercio de emisiones (*Emission Trading Schemes: ETS*). Los ETS y las políticas de uso de energías renovables (tales con la *Directiva de Bicombustibles* de 2003) tienen un gran potencial de contribuir a los objetivos de Kyoto. Además, la posibilidad de contabilizar los sumideros de carbono representa una oportunidad para desarrollar medidas de mitigación en la agricultura.



Antes de 2020, la Comisión propone una reducción de un 10% de las emisiones sobre los niveles de 2005 para los sectores no incluidos en los ETS. Será la responsabilidad de los Estados miembros individuales determinar los objetivos específicos para cada sector y seleccionar la combinación de medidas y políticas que sean más favorables en la relación coste-efectivas.

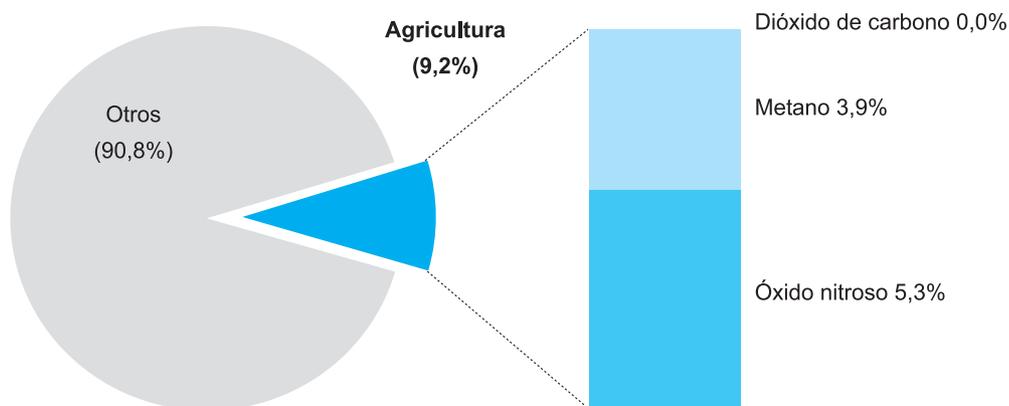
⁷ Datos aportados por la EEA (2008).

2.2. Las emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura

La agricultura cubre casi el 60% de la superficie de la tierra y las tierras de cultivo más de la cuarta parte. Según un informe de FAO de 2006, la agricultura es responsable de un 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo. La ganadería es la mayor responsable de esta desorbitada cifra (más de la mitad del valor en todas las regiones), pero la cifra también incluye las emisiones virtuales derivadas de la no absorción del CO₂ en los terrenos deforestados y las emisiones del transporte y manufacturación de los productos agroalimentarios (que probablemente debiera ser computado a otros sectores). Aunque los datos del informe de FAO están muy cuestionados por numerosos estudios que tratan los datos con rigor⁸, el informe sobre las emisiones de la agricultura ha servido como llamada de atención para investigar con más profundidad la contribución de la agricultura para alcanzar los compromisos de Kyoto.

Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, la agricultura contribuye alrededor de un 9% a las emisiones totales de gases de efecto invernadero de la Unión Europea⁹ (la distribución se muestra en el Gráfico 2). Dependiendo de la importancia relativa de la agricultura, de las condiciones medioambientales y climáticas y de los sistemas de producción dominantes, la contribución de la agricultura al total de las emisiones puede ser considerablemente mayor en algunos Estados miembros. Por ejemplo, en Irlanda la agricultura contribuye un 26% de las emisiones, en Letonia y Lituania un 18%, mientras que la agricultura en España representa menos de un 10% de las emisiones totales¹⁰.

Gráfico 2. Emisiones de gases de efecto invernadero y composición de las emisiones de la agricultura en la Unión Europea



Fuente: EEA (2008). Elaboración propia.

⁸ Smith *et alii* (2007a y b).

⁹ EEA (2008).

¹⁰ EEA (2008).



La mayor parte de la contribución de la agricultura a los gases de efecto invernadero son emisiones directas de dos poderosos gases —el óxido nítrico y el metano—. En la Unión Europea, la agricultura emite el 67% del óxido nítrico y el 50% del metano. El óxido nítrico se deriva fundamentalmente del laboreo del suelo y de la aplicación de fertilizantes minerales y orgánicos, mientras que las emisiones de metano se derivan de la digestión del ganado y de las pérdidas durante el almacenamiento de fertilizantes orgánicos. El total de las emisiones agrarias de la Unión Europea ha disminuido durante el periodo 1990 a 2003¹¹; esta tendencia ha sido una consecuencia directa de la disminución de explotaciones ganaderas (sobre todo de vacuno) y de cambios en el tipo de fertilización aplicada a los cultivos y de la aplicación de nuevas técnicas de fertilizantes orgánicos. Los objetivos actuales se centran en seguir desarrollando estas medidas, así como en contabilizar la capacidad de los cultivos para convertir dióxido de carbono en materia orgánica y, por tanto, actuar como sumideros de CO₂.

3. ¿Cómo pueden las políticas agrarias reducir los gases de efecto invernadero?

3.1. Papel de la agricultura en la mitigación del cambio climático

La evolución de la agricultura está determinada, al menos en parte, por las políticas agrarias que apoyan algunas formas de producción directamente o establecen condiciones para el desarrollo de inversiones. En Europa y EEUU, por ejemplo, los apoyos directos a la producción de la segunda parte del siglo pasado han sido sustituidos por apoyos a formas de producir más respetuosas con el medio ambiente, cambiando la visión que tienen muchos agricultores del siglo XXI sobre su papel en la protección medio ambiental. En la actualidad, las políticas agrícolas de la Unión Europea, EEUU o Australia se están transformando a gran velocidad para focalizarse en medidas que promuevan los servicios medioambientales de la agricultura y el desarrollo rural. En el caso de la Unión Europea, los objetivos medio ambientales de estas medidas están solidamente apoyados por políticas no agrícolas, como veremos más adelante.

En el presente la agricultura no tiene compromisos adquiridos para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, aunque esto puede cambiar en un futuro muy próximo. El paquete de medidas sobre clima y energía de la Comisión Europea, lanzado en enero de 2008, propone unos objetivos de reducción por sectores. Estos objetivos también incluyen a la agricultura. Esto significa que hay todavía una incertidumbre en relación a la inclusión de la agricultura entre los sectores que están sujetos a medidas legales. Sin embargo, está claro que el sector agrario de la Unión Europea necesita ser consciente de las necesidades de su contribución para la mitigación de gases de efecto invernadero.

¹¹ EPCC (2006).

3.2. Potencial de mitigación de las prácticas agrarias

Smith *et alii* (2007a y b) han evaluado el potencial de mitigación de una serie de prácticas agrarias. Sus resultados son la base de la evaluación de la contribución de la agricultura al cambio climático realizado por el IPCC en 2007, así como de los informes de FAO (2006) y de algunas organizaciones no gubernamentales¹². La Tabla 1 resume el potencial de mitigación de algunas prácticas agrarias de especial interés para el desarrollo de políticas agrarias en casi todas las regiones. También se han evaluado los posibles efectos adicionales positivos y negativos para el medio ambiente derivados de la implementación a gran escala de estas prácticas agrarias¹³. En la mayoría de los casos, además de reducir las emisiones, las prácticas seleccionadas tienen efectos positivos significativos sobre el control de la erosión, la contaminación difusa y el medio ambiente en general. Los beneficios medioambientales derivados de la implementación de este tipo de medidas incluyen efectos positivos sobre la biodiversidad, reducción de la erosión del suelo, incremento de la precipitación efectiva y disminución de la pérdida de minerales, entre otros. Algunas medidas pueden tener ciertos efectos negativos sobre el medio ambiente, como por ejemplo el incremento del gasto energético que supone el proceso de picado e incorporación al suelo de los restos de cosecha o poda, o el potencial contaminante de una mala gestión de los estiércoles en producción animal entre otros. Las técnicas de agricultura de conservación pueden reducir las emisiones de CO₂, como señalan Ordóñez *et alii* (2008) al estudiar los beneficios de la siembra directa y Fontán *et alii* (2008), que indican las diferencias de CO₂ captado según las rotaciones de cultivos y aconsejan una reducción de las superficies destinadas al barbecho y sometidas a un laboreo convencional.

Tabla 1. Potencial mitigador de las distintas técnicas agrarias

Medida	Media (t CO ₂ eq/ha y año)	Rango (t CO ₂ eq/ha y año)
Cubiertas vegetales	0,33	-0,21 – 1,05
Laboreo reducido	0,17	-0,52 – 0,86
Gestión de restos de cosecha/poda	0,17	-0,52 – 0,86
Optimización uso fertilizantes	0,33	-0,21 – 1,05
Rotación de cultivos	0,39	0,07 – 0,71
Asociación con leguminosas	0,39	0,07 – 0,71
Agroforestación	0,17	-0,52 – 0,86

Fuente: Medina e Iglesias (2008) e Iglesias y Medina (2009).

¹² WWF (2008).

¹³ Medina e Iglesias (2008) e Iglesias y Medina (2009).



3.3. La agricultura como sumidero de CO₂: un ejemplo

Un sumidero de CO₂ es una actividad que transfiere CO₂ de la atmósfera a una reserva. La vegetación natural, la agricultura y los suelos son los grandes sumideros terrestres de CO₂ –los océanos son el mayor sumidero global–: se estima que los cultivos fijan de 1 a 10 t/ha de CO₂ anualmente. Esta cifra depende del cultivo y de las condiciones de manejo, pero la cantidad total de carbono atrapado puede ser muy significativo, especialmente en lugares donde existen pocas opciones para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero por otros procedimientos. Un ejemplo son las zonas con grandes extensiones de cultivos leñosos en la Europa mediterránea. Se calcula que el viñedo en las condiciones típicas de España fija (extrae de la atmósfera) 6-7 t/ha y año de CO₂. Sin embargo, puesto que la producción de uva se transforma en vino en su mayor parte, a esta cifra hay que restarle las emisiones de CO₂ que tienen lugar durante la fermentación de la uva, el procesamiento, transporte y gestión de residuos; estudios en Nueva Zelanda y EEUU estiman que esto supone unas 1,3 t/ha y año. Por tanto, la fijación neta de carbono de una hectárea de viñedo para vinificación puede suponer al menos unas 5,7 t/ha y año, lo que en España suponen más de 5,7 millones de toneladas de CO₂ al año. Es difícil estimar qué cantidad de esta cifra total vuelve a la atmósfera como consecuencia de la combustión de residuos (madera de poda, hojas) y del consumo energético de la maquinaria y de los insumos agrarios necesarios en el proceso productivo. Sin embargo, el papel de los cultivos, especialmente los leñosos, como sumideros en zonas que no tienen posibilidades reales de forestación tiene que ser estudiado con mayor profundidad.

3.4. Barreras e incentivos para la implementación en España

Recientemente se han evaluado la efectividad de las prácticas agrarias potenciales, las barreras e incentivos para la implementación y los costes que conlleva el desarrollo de algunas prácticas seleccionadas para la producción de cultivos típicamente mediterráneos, como el olivar y los cereales¹⁴. Estos estudios se resumen a continuación. Primero se ha procedido a identificar todas aquellas medidas o técnicas agrarias aplicadas en agricultura que pueden ser de utilidad en la mitigación del cambio climático. Posteriormente, tras haber seleccionado aquellas de mayor potencial en base a distintos criterios, se ha analizado la viabilidad técnica, económica, social y legislativa de implantación de cada una de ellas. En el caso de España¹⁵ se ha consultado a distintos grupos de interés mediante un cuestionario a los agricultores y sus representantes en las organizaciones profesionales agrarias y de una consulta a expertos del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, de universidades y del CSIC. Finalmente, se ha evaluado el coste de implantación en base al cálculo de primas de las medidas agroambientales contempladas en los Programas de Desarrollo Rural. La Tabla 2 resume los resultados.

¹⁴ Medina (2009); Medina e Iglesias (2009) y PICCMAT (2008).

¹⁵ Medina (2009); Medina e Iglesias (2008) e Iglesias y Medina (2009).

Tabla 2. Resumen los resultados de la consulta a agricultores en sobre su disposición a implementar las prácticas agrarias con potencial de mitigación.

Medida	Motivos que determinan la disposición a implementar la práctica	Cambios que suponen dicha implementación	Interés potencial para el agricultor	Barreras a la implementación	Coste estimado de acuerdo con el cálculo de las medidas agro-ambientales
Cubiertas vegetales	Medioambientales	Medioambientales	Bajo	Bajo	Medio
Laboreo reducido	Económicos	Económicos	Alto	Bajo	Muy variable
Utilización de restos de cosecha/poda	Hábitos y medio ambientales	-	Bajo	Alta	Bajo
Optimización del uso de fertilizantes	Eficiencia energética	Medioambientales, económicos	Medio	Medio	Alto
Rotación de cultivos	Medioambientales	Biodiversidad, económicos	Bajo	Medio	Medio
Asociación con leguminosas	Medioambientales	Biodiversidad, económicos	Bajo	Medio	Bajo
Plantación de cultivos leñosos/herbáceos	Económicos	Económicos	Nulo	Alta	Medio

Fuente de datos: Medina *et alii* (2008) y Medina e Iglesias (2009).

En general, la rentabilidad económica, la condicionalidad y el medio ambiente son las razones más importantes que llevan a los agricultores y ganaderos a tomar la decisión de implantar o desarrollar la mayor parte de las medidas. El creciente precio de los medios de producción y el estancamiento de los precios percibidos por los productos que comercializan hace que muchos productores se planteen la búsqueda de nuevas técnicas de producción más baratas. El laboreo reducido y la optimización en el uso de fertilizantes son las medidas más fáciles de implementar *a priori*, según la opinión de los productores encuestados. Sin embargo, la rotación de cultivos, la reutilización de restos de cosecha y/o poda, la asociación con leguminosas y la utilización de cubiertas vegetales son algo más difíciles de desarrollar según los productores, ya que son técnicas que requieren un mayor conocimiento y grado de formación. Según la opinión de los propios agricultores, la medida más difícil de implantar es el cambio de cultivo hacia producciones de leñosos, ya que las condiciones climatológicas no lo permiten en algunos de los casos.

3.5. Elementos a considerar el las políticas de mitigación

La implementación de medidas puede disminuir la productividad o aumentar los costes, lo que hace necesario un incentivo y también la formación de los productores. Los Estados miembros tendrán una asignación presupuestaria para desarrollar medidas de mitigación al cambio



climático, y la oportunidad de incluir las medidas en la condicionalidad o en los compromisos de las medidas agroambientales; es importante seguir haciendo evaluaciones, sobre todo teniendo en cuenta que los fondos provenientes de la modulación van a ir creciendo durante los próximos años. Además, el apoyo a estas medidas puede venir mediante la asignación de los fondos adicionales de la posible aplicación del artículo 68 contemplado en el marco del Chequeo Médico de la PAC. Algunas medidas agroambientales, como la de la agricultura ecológica, pueden ser una vía interesante para conseguir el grado de implementación deseado de todas estas técnicas, teniendo en cuenta su enclave dentro de las normativas actuales relativas a la condicionalidad y a los compromisos agroambientales fijados por la Unión Europea. Además, la inclusión de estos compromisos en todas las medidas agroambientales podría contribuir enormemente a alcanzar los objetivos marcados en cuanto a reducción de las emisiones de GEI provenientes de la actividad agraria, por lo que se podría valorar incluso la necesidad de cambiar el sistema de cálculo de las primas y reconsiderar los compromisos en dicha medida agroambiental, ya que, como se ha podido observar, algunas de estas técnicas no están consideradas en el cálculo de la prima final.

Por último, la implementación de la Directiva Marco del Agua y de la Directiva de Nitratos en la Unión Europea garantiza grandes reducciones de residuos de fertilizantes nitrogenados. Por lo tanto, ajustes en la cantidad de nitrógeno lixiviado ya es una realidad para la sostenibilidad de los sistemas de producción de cultivos y ganaderos. Los beneficios esperados por la evolución de las políticas están bien definidos; son más difíciles de definir las consecuencias sociales. La educación y la gestión del riesgo pueden contribuir a la transformación esperada de los sistemas de producción europeos.

4. ¿Son las políticas de mitigación adecuadas para la adaptación de la agricultura al cambio climático?

Puesto que la agricultura es una de los sectores más vulnerables a los impactos del cambio climático, es importante también considerar las consecuencias que tiene la adopción de las prácticas de mitigación en la capacidad de los agricultores y sistemas agrarios de adaptarse al cambio climático. A continuación se caracteriza el tipo de clima proyectado para el futuro, las implicaciones para la agricultura y el potencial para la adaptación de las prácticas de mitigación. Por último, se definen algunos elementos a considerar en las políticas de adaptación y mitigación conjuntas.

4.1. Adaptarse a un clima que cambia permanentemente

El clima futuro dependerá en parte de la concentración de gases de efecto invernadero que haya en la atmósfera. Ésta está definida por el crecimiento de la población, el uso de la tierra y el crecimiento económico que define las emisiones causadas por las actividades humanas. Los modelos actuales, aunque todavía imperfectos, hacen una representación de las condiciones futuras que es ciertamente más acertada que el considerar que las condiciones son invariables.

El sistema climático cambia permanentemente. La evidencia y el consenso científico sobre el aumento de temperaturas durante el último siglo se han publicado en varios miles de artículos científicos, y ha sido uno de los temas que más se ha revisado en los últimos diez años debido a las posibles consecuencias potenciales de dichas variaciones. Una extensa revisión de dicha evidencia se ha publicado en el cuarto informe del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático¹⁶. El informe del IPCC muestra claramente que el aumento de temperatura de la atmósfera en la superficie terrestre observada en las últimas décadas es consecuencia de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera como consecuencia de ciertas actividades humanas. También se han aportado datos incuestionables sobre los efectos que ya tiene esta variación climática sobre los ecosistemas naturales, glaciares y sistemas agrarios en muchas regiones¹⁷. La literatura científica también sugiere que el número alarmante de fenómenos climáticos extremos observados en últimos cinco años (sequías, inundaciones y olas de calor) son también consecuencia del cambio climático¹⁸.

4.2. Riesgos y oportunidades

A pesar de los esfuerzos para el control de las emisiones de gases de efecto invernadero, el sistema climático seguirá ajustándose al incremento en las emisiones que ya ha tenido lugar. Esta sección evalúa los riesgos y oportunidades para los sistemas de producción en Europa, analizando con especial interés algunos cultivos de la región mediterránea.

Una modificación de las características climáticas actuales afecta directamente a la distribución de cultivos, puesto que la radiación solar, la temperatura y el agua controlan a los cultivos, pastos y otros agro-ecosistemas. Por otra parte, la vegetación responde directamente a un incremento en la concentración de dióxido de carbono atmosférico (CO₂) incrementando –en teoría– su biomasa y su eficiencia en el uso del agua. Sin embargo estudios recientes cuestionan hasta qué punto estos efectos directos del CO₂ se manifiestan en condiciones de cultivo, donde la planta está sometida a condiciones limitantes de otros factores que influyen en

¹⁶ IPCC (2007).

¹⁷ Rosenzweig *et alii* (2008).

¹⁸ IPCC (2007); Schär *et alii* (2004) e Iglesias *et alii* (2008).



el crecimiento. Al mismo tiempo, los cambios en variables climáticas también modifican a la agricultura indirectamente, modificando los factores clave para la producción agraria, tales como la calidad del suelo y del agua y la incidencia de plagas y enfermedades.

El cambio climático puede suponer oportunidades y riesgos para distintas zonas de producción, dependiendo de las características del clima y de los cultivos actuales y de los cambios potenciales. La mayoría de los estudios están de acuerdo en la distribución espacial de los efectos¹⁹. En general, hay un gran contraste entre los impactos negativos potenciales en las regiones tropicales y subtropicales y ventajas potenciales en regiones de clima templado. Sin embargo, en la región mediterránea los efectos pueden ser particularmente negativos si disminuye la disponibilidad de agua para la agricultura. Para esta región es de especial importancia tener en cuenta que la alteración en los regímenes hídricos supone una necesidad de redefinir el uso de agua por la agricultura²⁰.

Casi con toda certeza se producirán cambios en zonificación y productividad. La posición de la agricultura en algunos países exportadores de clima templado puede verse afectada. Por ejemplo, no hay seguridad de que las exportaciones de productos agrarios de Europa, Estados Unidos, Argentina y Australia pueda mantener los niveles actuales a mediados del siglo XXI²¹.

El riesgo al que están sometidos otros aspectos de la producción agraria tiene un mayor nivel de incertidumbre. Por ejemplo, la alteración de los ciclos de carbono y nitrógeno puede tener importantes consecuencias para la erosión del suelo, la calidad del agua y los ecosistemas²². El cambio climático puede suponer una necesidad de incrementar el uso de productos fitosanitarios, que tienen un riesgo asociado para la salud pública, el medioambiente y los gastos económicos de las explotaciones debido a un aumento de la vulnerabilidad de los cultivos y la producción animal a las plagas y enfermedades²³.

La realización de estos cambios potenciales depende en gran parte del manejo de los cultivos y de las limitaciones o incentivos de las políticas agrícolas en cada zona. La Tabla 3 resume los riesgos y oportunidades para la agricultura mediterránea, indicando el grado de certidumbre y algunas implicaciones. Cualquiera que sea la combinación de estos efectos en una región determinada, la incertidumbre de las proyecciones o las acciones de adaptación para anticiparse a los cambios, está claro que los agricultores se van a enfrentar a una planificación más complicada.

¹⁹ Rosenzweig *et alii* (2004); Parry *et alii* (2004); Antle *et alii* (2002); Darwin (2002); Long *et alii* (2006) e Iglesias *et alii* (2008).

²⁰ Vorosmarty *et alii* (2000) e Iglesias *et alii* (2008).

²¹ Iglesias *et alii* (2009); Quiroga e Iglesias (2007) y Peseta (2008).

²² Schröter *et alii* (2005) y Thuiller *et alii* (2005).

²³ Chen y McCarl (2001) y Rosenzweig *et alii* (2001).

Tabla 3 Resumen de los riesgos y oportunidades derivados del cambio climático en los sistemas de producción mediterráneos

RIESGOS Y OPORTUNIDADES	NIVEL DE CERTIDUMBRE	IMPLICACIONES
RIESGOS		
Cambios en la zonificación	A	En todas las regiones
Disminución de la productividad de los cultivos	M	Los cereales de invierno son especialmente vulnerables
Aumento del riesgo de plagas agrícolas, enfermedades, malas hierbas	A	Gran vulnerabilidad para los hortícolas, viñedo, entre otros
Disminución de cultivos de calidad	A	Por ejemplo en viñedo, variación de la calidad de la uva y de los tipos de vino; Necesidad de introducir nuevas variedades
Aumento del riesgo de inundaciones	B	Limitaciones para el laboreo
Aumento del riesgo de la sequía y la escasez de agua	A	Conflicto por el uso del agua en todas las regiones
Aumento de las necesidades de riego	A	Especialmente para cultivos que se exportan
Deterioro de la calidad del agua	B	En la mayor parte de las regiones
Erosión de los suelos, salinización, desertificación	A	Gran vulnerabilidad en todas las regiones
Pérdida de glaciares	B	Importante en zonas de montaña con consecuencias para la humedad del suelo en primavera
Deterioro de las condiciones para la producción ganadera	M	Aumento del riesgo de enfermedades
Elevación del nivel del mar	A	En regiones costeras de alto valor medio ambiental
OPORTUNIDADES		
Cambios en la distribución de cultivos para aumentar la agricultura en óptimas condiciones	M	Ventajas especialmente para cereales de primavera y forrajes
Aumento de la productividad de los cultivos	B	Ventajas especialmente para cereales de primavera y forrajes
Aumento de la disponibilidad de agua en primavera	B	Ventajas especialmente para cereales de primavera y forrajes
Disminución de los costes de la energía para invernaderos	M	Ventajas para hortícolas protegidos
posibilidad de ampliar calendarios y gama de productos	M	Ventajas para hortícolas protegidos
Mejora en la productividad ganadera	B	Ventajas para algunas zonas de montaña

A=Alto; M=Medio; B=Bajo
Fuente: Iglesias y Medina (2009).



4.3. Potencial de adaptación de las prácticas de mitigación

Este tema de la sinergia entre las prácticas adecuadas para la mitigación y la adaptación al cambio climático está muy poco desarrollado. Olesen y Porter (2008) analizan las relaciones entre las prácticas agrarias de mitigación y adaptación en un estudio reciente en Dinamarca. Estos autores proponen unas estrategias de adaptación de la agricultura, que también son relevantes para la mitigación. Las estrategias incluyen: medidas que reducen la erosión del suelo; medidas que reducen la contaminación difusa por nitratos y fósforo; medidas que ayudan a la conservación de la humedad del suelo; estrategias de diversificación y rotación de cultivos con selección de variedades y especies adecuadas; modificación del microclima para reducir los extremos térmicos; y cambio en el uso de la tierra incluyendo el abandono de tierras de cultivo y la extensificación de las tierras actualmente cultivadas. Está claro que las estrategias con mayor sentido desde el punto de vista práctico son las que incrementan la resistencia de los agro-ecosistemas a las perturbaciones climáticas y a la variación de la humedad del suelo –y que, por tanto, previenen la erosión– tienen que ser consideradas con seriedad²⁴. El estudio de Olesen y Porter también identifica una serie de consecuencias negativas de algunas de las técnicas de mitigación. Por ejemplo, las cubiertas vegetales que ayudan a la retención del carbono en el suelo consumen agua que puede ser crucial en condiciones de cambio climático. Otros ejemplos de efectos negativos son el uso de residuos (*mulching*) en plantaciones de frutales, que actúan como aislantes térmicos y pueden aumentar los daños de heladas y de sobre-calentamiento. La realización de este tipo de estudios prácticos es fundamental para definir las prácticas agrarias que pueden estar sujetas a incentivos en un futuro próximo.

117

4.4. Elementos a considerar en las políticas de adaptación

El diseño de estrategias efectivas de adaptación al cambio climático en la agricultura tiene como objetivo ayudar a los agricultores y ganaderos a reducir sus efectos. Sin embargo, las estrategias concretas de adaptación están mucho menos desarrolladas, pues el objetivo «¿adaptarse a qué?» tiene incertidumbre, en contraposición con mitigar una cantidad exactamente definida de gases de efecto invernadero. En teoría, un plan de adaptación debe incluir tanto estrategias *ex ante* como *ex post*. La adaptación *ex ante* se basa en la creación de información y el establecimiento de las condiciones normativas, institucionales y de gestión que permiten desarrollar las acciones que deban implementarse en el futuro. Por ejemplo, la investigación y la educación son instrumentos fundamentales para la adaptación *ex ante* en cualquier sector. La adaptación *ex post* se centra en la adopción de medidas que ayuden a reducir la vulnerabilidad a los riesgos climáticos y/o aprovechar las oportunidades. Cualquier tipo

²⁴ Lal (2008).

de estrategia se puede desarrollar en los distintos niveles del sistema productivo: a nivel de explotación agraria y con la participación exclusiva de los agricultores; estrategias de mercado; externalización de los riesgos con la participación del sector público y privado; y, por último, instrumentos de ayuda pública, especialmente ante situaciones de catástrofe.

La Comisión Europea publicó a mediados del 2007 el *Libro verde adaptación al cambio climático en Europa: opciones de actuación para la UE*²⁵, donde expone las líneas de acción relativas a la adaptación para los próximos años. El *Libro verde* indica que las actuaciones destinadas a atenuar el cambio climático (mitigación) se deben complementar, pero no sustituir, con medidas de adaptación que permitan hacer frente a los efectos. Las actuaciones propuestas se basan en la necesidad de una actuación coordinada de las políticas relativas al cambio climático. La principal contribución del *Libro verde* se centra en la acción de la UE y propone las líneas prioritarias para un enfoque con cuatro pilares para la adaptación. El primer pilar es la alerta temprana de la UE en las siguientes líneas prioritarias: integración de la adaptación en la aplicación o modificación de las políticas actuales y futuras; integración de la adaptación en los actuales programas comunitarios de financiación; y el desarrollo de nuevas respuestas políticas. El segundo pilar se centra en la integración de la adaptación en las políticas exteriores de la UE, y se refiere a las necesidades de adaptación que puedan influir en las relaciones de la UE con otros países, con especial interés en los países menos desarrollados. El tercer pilar se centra en la reducción de incertidumbre mediante la transferencia del conocimiento a través de la investigación integrada sobre el clima. El cuarto pilar incluye la participación de la sociedad europea, las empresas y del sector público en la preparación de las estrategias de adaptación de forma coordinada y global; este pilar se centra en concienciar a la sociedad sobre los cambios necesarios a realizar para adaptarse al cambio climático.

5. Conclusiones

A pesar del progreso internacional para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (políticas de mitigación), el sistema climático continuará su ajuste a las emisiones actuales durante las próximas décadas, con efectos inevitables en los sistemas naturales o intervenidos por el hombre. El reto es prepararse para las condiciones cambiantes, responder a ellas o recuperarse de los impactos (políticas de adaptación).

Para lograr los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el cambio climático ha sido incluido como uno de los cuatro retos principales que tiene la agricultura a medio y largo plazo en el marco del «Chequeo Médico» de la PAC aprobado recientemente²⁶, estableciendo una serie de medidas de apoyo a prácticas agrarias que reduzcan las emisiones

²⁵ COM (2007).

²⁶ COM (2008).



de GEI articuladas a través del segundo pilar. Con el fin de que las medidas sean efectivas, se necesita saber, por una parte, cuál es el grado de mitigación efectivo de algunas prácticas potenciales y, por otra, cuál es la disponibilidad potencial de los agricultores a la implementación de las mismas (grado de aceptación, coste, necesidades de control, implicaciones, requisitos). Por tanto, es necesario analizar si existen barreras a la implementación, medidas que puedan incentivar el desarrollo de las mismas por el mayor número de agricultores posible, así como los costes y beneficios que acarrearán cada una de ellas. A continuación se describen y evalúan algunas medidas y se elaboran algunas simples recomendaciones para las políticas futuras en la Unión Europea.

A través de la historia, la agricultura ha demostrado su capacidad de adaptación a cambios en tecnología, disponibilidad de recursos y cambios en la demanda de productos agrarios. Sin embargo, la capacidad de respuesta depende de limitaciones en infraestructura, disponibilidad de recursos y regulaciones agrarias. La mayor parte de los agricultores de la Unión Europea se pueden adaptar potencialmente al cambio climático, teniendo en cuenta los avances científicos y tecnológicos y el nivel de desarrollo; sin embargo, no todas las regiones y sistemas de cultivo tienen el mismo potencial de adaptación. Las regulaciones agrarias en principio pueden ayudar a compensar los efectos adversos o potenciar los beneficiosos. Sin embargo, también pueden limitar las opciones de respuesta de dichos sistemas ya que restringen la libertad en su diseño.

7. Bibliografía

- ANTLE, J. M.; CAPALBO, S. M.; ELLIOTT, E. T. y PAUSTIAN, H. K. (2004): «Adaptation, Spatial Heterogeneity, and the Vulnerability of Agricultural Systems to Climate Change and CO₂ Fertilization: An Integrated Assessment Approach»; en *Climate Change* (LXIV, 3); pp. 289-315.
- CHEN, C. C. y MCCARL, B. (2001): «An Investigation of the Relationship between Pesticide Usage and Climate Change»; en *Climatic Change* (L, 4); pp. 475-487.
- COM (2007): *Green Paper on Adaptation to Climate Change*.
- COM (2008): *Propuesta de reglamento del consejo en el marco del chequeo médico de la PAC*. Doc 306/4.
- DARWIN R (2004): «Effects of greenhouse gas emissions on world agriculture, food consumption, and economic welfare»; en *Climatic Change* (66); pp. 191-238.
- EEA (2008): *Impacts of climate change in Europe: An indicator based report*.

- FANKHAUSER, S. y TOL, R. (2005): «On Climate Change and Economic Growth»; en *Resource and Energy Economics* (27); pp. 1-17.
- FAO (2006): *Livestock's long shadow*. Roma.
- IGLESIAS, A.; AVIS, K.; BENZIE, M.; FISHER, P.; HARLEY, M.; HODGSON, N.; HORROCKS, L.; MONEO, M. y WEBB, J. (2007): *Adaptation to Climate Change in the Agricultural Sector. Report to European Commission Directorate General for Agriculture and Rural Development*.
- IGLESIAS, A.; CANCELLIERE, A.; CUBILLO, F.; GARROTE, L. y WILHITE, D. A. (2008): *Coping with drought risk in agriculture and water supply systems: Drought management and policy development in the Mediterranean*. Springer.
- IGLESIAS, A. y MEDINA, F. (en prensa): «Consecuencias del cambio climático para la agricultura: ¿un problema de hoy o del futuro?»; en *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*.
- IPCC (2007): *Climate Change 2007: Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Cambridge University Press.
- LONG, S.; AINSWORTH, E. A.; LEAKEY, A. D. B.; NÖSBERGER, J. y ORT, D. R. (2006): «Food for Thought: Lower-Than-Expected Crop Yield Stimulation with Rising CO₂ Concentrations»; en *Science* (312); pp. 1.918-1.921.
- MEDINA, F. (2009): *La gestión del riesgo y las políticas de cambio climático en la agricultura ecológica*. Tesis doctoral, en elaboración.
- MEDINA F. e IGLESIAS, A. (2009): *Agricultural practices with greenhouse mitigation potential in Mediterranean countries: Evaluation and policy implications*. Presentado a la IAAE, China.
- OCDE (2008): *Climate change and agriculture*.
- PARRY, M. L.; ROSENZWEIG, C.; IGLESIAS, A.; LIVERMORE, M. y FISCHER, G. (2004): «Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios»; en *Global Environmental Change* 14(1); pp. 53-67.
- PESETA (2008): *Projection of Economic Impacts of Climate Change in Sectors of the European Union based on bottom-up Analysis*. Disponible en <http://peseta.jrc.ec.europa.eu>
- PICCMAT (2008): *Policy Incentives for Climate Change Mitigation Agricultural Techniques*. European Commission, DG Agriculture, Specific Support Action. Bruselas.



- QUIROGA, S. e IGLESIAS, A. (2007): «Projections of economic impacts o climate change in agriculture in Europe»; en *Economía Agraria y Recursos Naturales* (VII, 14); pp. 65-82.
- ROSENZWEIG, C.; KAROLY, D.; VICARELLI, M.; NEOFOTIS, P.; WU, Q.; CASASSA, G.; MENZEL, A.; ROOT, T. L.; ESTRELLA, N.; SEGUIN, B.; TRYJANOWSKI, P.; LIU, C.; RAWLINS, S. e IMESON, A. (2008): «Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change»; en *Nature* (453); pp. 353-357.
- ROSENZWEIG, C.; IGLESIAS, A.; YANG, X. B.; CHIVIAN, E. y EPSTEIN, P. (2001): «Climate Change and Extreme Weather Events: Implications for Food Production, Plant Diseases and Pests Global Change»; en *Human Health* (2); pp. 90-104.
- ROSENZWEIG, C.; TUBIELLO, F. N.; GOLDBERG, R.; MILLS, E. y BLOOMFIELD, J. (2002): «Increased crop damage in the US from excess precipitation under climate change»; en *Global Environmental Change* (12); pp. 197-202.
- ROSENZWEIG, C.; STRZEPEK, K.; MAJOR, D.; IGLESIAS, A.; YATES, D.; HOLT, A. y HILLEL, D. (2004): «Water availability for agriculture under climate change: Five international studies»; en *Global Environmental Change* (14); pp. 345–360.
- SCHÄR, C.; VIDALE, P. L.; LÜTHL, D.; FREI, C.; HÄBERLI, C.; LINIGER, M. A. y APPENZELLER, C. (2004): «The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves»; en *Nature* (427); pp. 332–336.
- SCHRÖTER, D.; CRAMER, W.; LEEMANS, R.; PRENTICE, I. C.; ARAÚJO, M. B.; ARNELL, A. W.; BONDEAU, A.; BUGMANN, H.; CARTER, T.; GRACIA, C. A.; DE LA VEGA-LEINERT, A. C.; ERHARD, M.; EWERT, F.; GLENDINING, M.; HOUSE, J. I.; KANKAANPÄÄ, S.; KLEIN, R. J. T.; LAVOREL, S.; LINDNER, M.; METZGER, M.; MEYER, J.; MITCHELL, T. D.; REGINSTER, I.; ROUNSEVELL, M.; SABATE, S.; SITCH, S.; SMITH, B.; SMITH, J.; SMITH, P.; SYKES, M. T.; THONICKE, K.; THUILLER, W.; TUCK, G.; ZÄHLE, S. y ZIERL, B. (2005): «Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe»; en *Science* (310); pp. 1.333–1.337.
- SMITH, P.; MARTINO, D.; CAI, Z.; GWARY, D.; JANZEN, H.; KUMAR, P.; MCCARL, B.; OGLE, S.; O'MARA, F.; RICE, C.; SCHOLES, B.; SIROTENKO, O.; HOWDEN, M.; MCALLISTER, T.; PAN, G.; ROMANENKOV, V.; SCHNEIDER, U. y TOWPRAYOON, S. (2007): «Policy and technological constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture»; en *Agriculture Ecosystems and Environment* (118); pp. 6-28.
- SMITH P.; SOMOGYI, Z.; TRINES, E.; WARD, M. y YAMAGATA, Y. (2007): «Greenhouse gas mitigation in agriculture»; en *Philosophical Transactions of Royal Society* (363; 1.492); pp. 789-813.

- STERN, N.; PETERS, S.; BAKHSHI, V.; BOWEN, A.; CAMERON, C.; CATOVSKY, S.; CRANE, D.; CRUICKSHANK, S.; DIETZ, S.; EDMONSON, N.; GARBETT, S. L.; HAMID, L.; HOFFMAN, G.; INGRAM, D.; JONES, B.; PATMORE, N.; RADCLIFFE, H.; SATHIYARAJAH, R.; STOCK, M.; TAYLOR, C.; VERNON, T.; WANJIE, H. y ZENGHELIS, D. (2006): *Stern Review: The Economics of Climate Change*. Londres, HM Treasury.
- THUILLER, W.; LAVOREL, S.; ARAUJO, M. B.; SYKES, M. T. y PRENTICE, I. C. (2005): «Climate change threats to plant diversity in Europe»; en *Proceedings of the National Academy of Sciences*; pp. 8.245- 8.250
- TOL, R. (2006): *The Stern review of the economics of climate change: A comment*. Disponible en <http://www.fnu.zmaw.de/fileadmin/fnu-files/reports/sternreview.pdf>
- UNFCCC (1992): *United Nations Framework Convection on Climate Change*.
- VOROSMARTY, C.; GREEN, P.; SALISBURY, J. y LAMMERS, R. B. (2000): «Global water resources: Vulnerability from climate change and population growth»; en *Science* (289); pp. 284-288.