



**Ciclo de Seminarios Análisis y Prospectiva
I Seminario 2009**

**Implicaciones del Cambio Climático
sobre el medio ambiente, el medio
rural y el medio marino**

Madrid, 26 de Febrero de 2009



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

SUBSECRETARÍA
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ANÁLISIS,
PROSPECTIVA Y COORDINACIÓN



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y
MARINO
SUBSECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO
RURAL Y MARINO
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ANÁLISIS, PROSPECTIVA Y COORDINACIÓN
Unidad de Análisis y Prospectiva

NIPO: 770-09-198-5



Ciclo de Seminarios de Análisis y Prospectiva
I Seminario / 2009

**Implicaciones del Cambio Climático sobre el
medio ambiente, el medio rural y el medio marino**

26 de Febrero de 2009

- 10.00-11.00 Presentación del I Seminario 2009 de Análisis y Prospectiva**
- Teresa Ribera
Secretaria de Estado de Cambio Climático, MARM
- D. Santiago Menéndez de Luarca
Subsecretario del MARM
- Ponencia inaugural: "Situación actual y previsiones del Cambio Climático a partir de los informes del IPCC"**
- D. José Manuel Moreno Rodríguez
Universidad de Castilla-La Mancha
Vicepresidente del Grupo II del IPCC
- 11.00-11.20 "Principales actuaciones en Cambio Climático"**
- José Ramón Picatoste
Jefe de Área de Estrategias de adaptación de la OECC
- 11.20-11.40 Pausa**
- 11.40-13.00 Ponencias temáticas: "El medio ambiente, el medio rural y el medio marino ante el Cambio Climático"**
- Inés Minguéz: **"El Cambio Climático y la agricultura: adaptación e incertidumbres"**
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos; UPM
 - Fernando Valladares: **"Impacto del Cambio Climático sobre la biodiversidad y los bosques"**
CSIC, Centro de Ciencias Medioambientales.
 - Ana Sabatés: **"Efectos del Cambio Climático sobre las pesquerías"**
Institut de Ciències del Mar, CSIC
- 13.00-14.00 Mesa redonda y debate abierto con los ponentes previos**
Moderador: D. Javier Sierra
Subdirector General de Análisis, Prospectiva y Coordinación Institucional; MARM

LUGAR: Salón de Actos del MARM (Pº Infanta Isabel, 1)

ORGANIZA:
Unidad de Análisis y Prospectiva (UAP)
Subdirección General de Análisis, Prospectiva y Coordinación
uap@mapa.es
SUBSECRETARÍA DEL MARM





PRESENTACIONES INSTITUCIONALES





D. Santiago Menéndez de Luarca y Navia-Osorio

Subsecretario del Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

Buenos días a todos y gracias por su asistencia.

Realmente es un placer inaugurar el Ciclo de Seminarios de Análisis y Prospectiva de 2009 con este Seminario **“Implicaciones del cambio climático sobre el medio ambiente, el medio rural y el medio marino”**.

Desde un Ministerio como este, del medio ambiente, medio rural y medio marino la importancia de todas estas cuestiones es ciertamente incuestionable.

Voy a empezar felicitando a los responsables de la llamada UAP, la Unidad de Análisis y Prospectiva, porque realmente en poco tiempo hemos conseguido crear una unidad que, para un Ministerio donde vamos todos corriendo de un lado para otro intentado resolver problemas, aporta la posibilidad de pensar dónde estamos y a dónde vamos.

Desde un punto de vista de imbricación de este Ministerio, hay que resaltar su grandeza en todos los sentidos; tanto en sus capacidades como en el número de personas que lo integran, y considerar la fusión como una riqueza como consecuencia de la concurrencia de distintas ideas, de distintos pensamientos y por qué no decirlo, de distintas culturas, que, no obstante, como toda fusión, en este caso de organizaciones, resulta de difícil gestión.



Hay muchas cosas que se reciclan sobre sí mismas, por ejemplo, la conservación de la naturaleza que siempre había estado ligada al antiguo Ministerio de Agricultura.

Tenemos que ver la fusión desde una perspectiva amplia, verla como algo positivo y bueno, frente a reacciones contrarias que obviamente están ahí y a la Subsecretaría, por su carácter horizontal, le tocan directamente. Frente a estas reacciones, muy humanas por otra parte, tenemos que resaltar la otra faceta de la fusión, la de poner en común ideas y pensamientos, y por mi parte deseo agradecer a la UAP y a la Subdirección General de Análisis, Prospectiva y Coordinación su contribución en estas coordinaciones.

Yo creo que debemos **poner en valor el cambio climático**. En este sentido, vemos como se ha pasado de tratar el cambio climático en conversaciones cuasi de café, a una cuestión que, para los que lo ven con algo más de rigor, es muy importante y de dimensiones globales, y en consecuencia aumentan sus esfuerzos por analizar cuál es el origen y la causa de este cambio global. Es importante que frente a todas las reacciones incipientes sobre el cambio climático, se dé a entender que aunque el cambio climático siempre se ha producido, es el factor humano el mayor causante del mismo. Por lo tanto, se ha pasado de algo que se veía como extraño a algo que





hoy afecta de forma interrelacionada a todos los sectores de competencia del Ministerio; personas ligadas con la agricultura, la pesca y la alimentación, con los servicios productivos y forestales, están continuamente proponiendo y reflexionando conjuntamente sobre el cambio climático.

Son tantas las implicaciones que tiene, que no me corresponde hablar a mí sino a los expertos en la materia. Este quinto seminario del Ciclo de Análisis y Prospectiva implicará a expertos de distintas disciplinas, como ha pasado a lo largo de todos los seminarios que, aunque han empezado hace muy poco tiempo, van confluyendo hacia conceptos comunes que nos conciernen a todos en este Ministerio.

En el primer Seminario de junio del 2006, celebrado en esta misma sala, la cuestión que se planteaba era "*Qué demandan los españoles de la política agraria*". Contó con intervenciones de profesores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y de personalidades destacadas del propio Ministerio.

El segundo seminario "*Globalización, comercio mundial y sector agroalimentario*", contó con la participación de representantes de ONGs, como Intermon, y se produjo en un momento en que la crisis alimentaria no había alcanzado la dimensión que más adelante alcanzaría. En este seminario se produjo un interesante debate.

El junio de 2007 tuvo lugar el tercero: "*Retos y perspectivas medioambientales de las producciones*", que tiene que ver muchísimo con lo que estamos hablando y que, entre otros, contó con la presencia de Domingo Jiménez Beltrán.

El cuarto Seminario fue "*Agricultura y biocarburantes*" ligado al tema que nos hoy nos ocupa y a una cuestión que es principal motivo de estas siglas, UAP, la libertad de cátedra y de pensamiento como factor que nos enriquece y nos mueve a todos. En este Seminario quiero hacer un recuerdo especial, pues desgraciadamente una de las personas que intervino ya no está con nosotros, **Carlos Tió Saralegui**, quien dio una perspectiva desde la cátedra, desde la Universidad; al mismo tiempo estaba **José María Sumpsi**, que dio su visión desde la FAO, o el insigne profesor hemérito **Francisco García Olmedo**, que habló con libertad y conocimiento científico de la tercera y cuarta revolución verdes o de los organismos genéticamente modificados.

En fin, yo creo que el Seminario que hoy se presenta tendrá el mismo nivel o más que los anteriores. Lo único que quisiera reiterar es mi agradecimiento a todos los que hoy van a poner generosamente su pensamiento en común con todos nosotros y a todos ustedes por estar aquí, y a la Secretaria de Estado, Teresa Ribera, a quien paso con mucho gusto la palabra.



D. Santiago Menéndez de Luarca y Navia – Osorio
Subsecretario del MARM

Nacido en Oviedo en 1948. Ingeniero Agrónomo por la Universidad Politécnica de Madrid y pertenece al Cuerpo Técnico Facultativo Superior de Organismos Autónomos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Ha ocupado diferentes puestos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en Cantabria, Navarra y Asturias. En 1987 fue nombrado Director del Instituto Nacional de Denominaciones de Origen y, posteriormente, Director General de Industrias Agrarias y Alimentarias. En 1999 pasó a ocupar el puesto de Consejero de Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias y, posteriormente, el de Vocal Asesor de la Subsecretaría del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Desde abril de 2004 era Subsecretario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.



D. Teresa Ribera Rodríguez

Secretaria de Estado de Cambio Climático

Buenos días. Cuando hablamos de cambio climático estamos hablando en el fondo del rápido cambio de patrón climatológico y las consecuencias que eso tiene para los ecosistemas, para los sectores socioeconómicos y para la manera en la que el hombre se relaciona con su entorno. Dicho cambio es debido precisamente al modelo de crecimiento, modelo de desarrollo y al impacto que la actividad del hombre tiene sobre el entorno, y muy en particular a la capacidad que hemos desarrollado como especie para generar emisiones de gases de efecto invernadero a partir, fundamentalmente, de cambios masivos en los usos del suelo y de un modelo de crecimiento dependiente de una fuente de energía basada en la quema de combustibles fósiles que emiten elevados niveles de CO₂.

En primer lugar, debemos hacer un ejercicio de diagnóstico. Debemos tener perfectamente claro, con independencia de si nos gusta el diagnóstico, el resultado de lo que observemos, de lo que conozcamos y de lo que evaluemos. Es imprescindible entender bien qué ocurre, que ha ocurrido, donde está el origen de esas causas, y en un ejercicio de prospectiva, qué es lo que puede llegar a ocurrir en función de determinados escenarios de evolución de esas emisiones de gases de efecto invernadero, y por tanto cómo se seguirá relacionando el hombre con el planeta y con el tipo de consumos que hace. **Tiene impacto para el medio ambiente, evidentemente, lo tiene para el medio rural y por supuesto lo tiene también para el medio marino.** De hecho esas tres acepciones, son también un termómetro muy claro que nos permite medir cuáles son el tipo de efectos con los que estamos conviviendo ya.

El segundo elemento que es importante destacar, es que no estamos hablando de un problema de futuro, un problema que pueda afectar a las generaciones venideras, sino que **estamos hablando de algo que ya es real.** Además, tampoco es algo etéreo, complejo, abstracto y que no tiene implicación ni cabida en las preocupaciones del ciudadano medio, sino que estamos hablando de aspectos que están muy relacionados con algunos de los elementos que cada uno de nosotros apreciamos como imprescindibles para mantener un determinado nivel de bienestar. Vivimos en sociedades donde ese nivel de bienestar está muy por encima del promedio a nivel mundial, pero para otros, se trata de acceso a niveles básicos de bienestar. Estamos hablando de algo que tiene que ver con cuál es el modo menos traumático de garantizar que podamos acceder a formas básicas de energía a precios razonables, y a agua potable en condiciones de calidad y cantidad suficientes como para satisfacer unos mínimos imprescindibles para nuestra vida cotidiana.

A renglón seguido, podríamos ir analizando cada uno de los elementos de la naturaleza, ecosistemas o cada uno de los sectores socioeconómicos que en mayor o menor medida están relacionados con la generación del efecto del cambio climático, y también con necesidades de adaptación para prevenir males mayores en el medio y en el largo plazo.



En estos años hemos oído algunas frases especialmente llamativas: hemos oído al señor Nicolas Stern diciendo que el cambio climático era el mayor defecto del mercado que necesitaba ser resuelto cuanto antes. Apuntaba de esta manera a la necesidad de trasladar el coste a través del precio por la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. De repente introducimos una contabilidad que en absoluto existía hasta la fecha. Hemos oído también frases que ponen de manifiesto la enorme inequidad que el problema del cambio climático genera en las generaciones actuales.

Aquellos que no han contribuido prácticamente, ni ellos ni sus antecesores, a la generación del problema, los países en desarrollo y las sociedades más pobres, son precisamente también las más vulnerables. Estas sociedades son las que van a sufrir en mayor medida los efectos del cambio climático con mucha menor capacidad de preparación y reacción frente a estos efectos negativos del cambio climático. A nosotros nos corresponde llevar a cabo dos tipos de tareas; además de realizar un seguimiento permanente de esos efectos del cambio climático y hacer prospectiva actualizada de qué puede suponer en el futuro.

Nos corresponde **impulsar, primero, medidas que permitan facilitar la transición a un modelo de desarrollo menos intensivo en carbono** y más preparado para lo que como consecuencia de la inercia del sistema climático, seguirá ocurriendo en el futuro, es decir, al escenario climático más probable a nivel local.

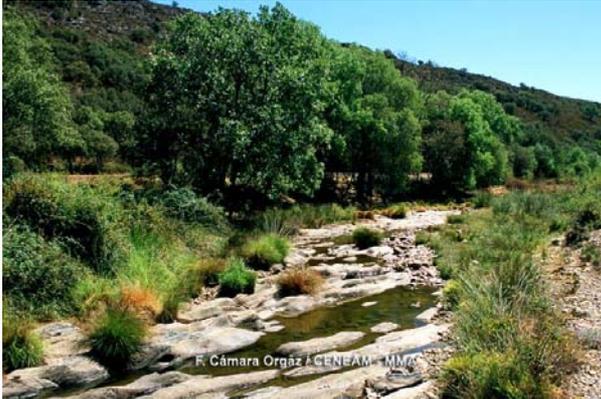
Segundo, preparar las estrategias de adaptación que nos permitan reducir los efectos negativos del cambio climático también a nivel local. Esto forma parte de las políticas y de los principios que de manera transversal venimos introduciendo en cada uno de los ámbitos de responsabilidad pública gubernamental. También intentamos impulsar que se vayan introduciendo en cada uno de los niveles de responsabilidad privada, como elementos clave a la hora de tomar decisiones por parte de nuestras empresas y por parte de nuestros distintos sectores productivos, algo que por otra parte no resulta tan lejano a lo que vienen haciendo con otro tipo de elementos.

Cuando la empresa, ya sea un agricultor, una cooperativa agrícola o una empresa del sector pesquero, del sector energético, del sector turístico o del sector industrial planifica sus inversiones, lo primero que hace es un análisis de en qué horizonte se va a mover en el medio y en el largo plazo para poder evaluar qué sentido tiene elegir entre unas opciones u otras. Conocer los riesgos actuales, los riesgos más probables en el medio y en largo plazo, las oportunidades de negocio e incorporarlas a la hora de tomar su decisión. Básicamente el cambio climático tiene que formar parte de esa ecuación a futuro también; y cada vez se ve más como un elemento clave para la competitividad de nuestras empresas en el medio y en el largo plazo.

Es verdad que algunos de los sectores productivos tienen plazos de adaptación en los que cabe una respuesta con menor necesidad de tiempo, más rápida. Para



algunas de las cuestiones relacionadas con la agricultura probablemente la orientación de qué tipo de especie será más resistente al escenario climático, se puede hacer con plazos de tiempo más cortos que el tiempo que necesita una empresa del sector industrial o del sector energético para tomar su decisión con respecto a cuál es la tecnología en la que invierte para poder generar su producto en el medio plazo. Pero sin embargo, el conocimiento de las condiciones de contorno que más van a afectar a esa decisión resulta imprescindible para todos.



Probablemente, **para la zona del Mediterráneo en la que vivimos, el elemento más determinante en términos de cambio climático está relacionado con el agua.** Es algo que supongo, irá saliendo a lo largo de la mañana; cómo nos pueden afectar los cambios en la disponibilidad geográfica, temporal y cuantitativa del agua en nuestra geografía, y hasta qué punto eso va

a tener influencia en otros elementos, en otros componentes importantísimos como pueden ser la agricultura, los riesgos de incendios ó el sector turístico, a lo largo y ancho de la península ibérica.

No quiero acabar mi intervención sin animar a que en otras sesiones futuras podamos ir profundizando en algunos de los aspectos parciales, tanto para cada uno de los aspectos que aparecen hoy contemplados en el programa relacionados con el medio rural, con las pesquerías, el medio marino, la agricultura o el agua, como para eventualmente, dar un paso más allá, e incluso intentar hacer un ejercicio común de prospectiva orientado a recomendaciones de acciones concretas. Es decir, no solamente conocer cuáles son las implicaciones, sino en una segunda derivada cuáles son las recomendaciones de actuación, porque en esto último está casi todo por escribir. Estamos en un momento de cambio, en un momento de transición donde quizá una de las cuestiones más comunes a nivel mundial, es el desconcierto con respecto a cuáles son las mejores recetas para salir con éxito de esta etapa de cambio a la que nos enfrentamos. Muchísimas gracias y feliz mañana para todos.



Dª Teresa Ribera Rodríguez

Secretaria de Estado de Cambio Climático, MARM

Nacida el 19 de mayo de 1969. Casada, con tres hijas. Licenciada en Derecho por la Universidad Complutense de Madrid.

Pertenece al Cuerpo Superior de Administradores Civiles del Estado y fue Profesora Asociada del Departamento de Derecho Público y Filosofía del Derecho en la Universidad Autónoma de Madrid.

Ha sido Jefa del Servicio de Coordinación Normativa en el Ministerio de Fomento, Consejera Técnica en el Gabinete del Subsecretario de Medio Ambiente, Jefa de Área de Cumplimiento y Desarrollo y Coordinadora en la Oficina Española de Cambio Climático, cuya dirección ocupó desde octubre de 2004. Desde noviembre de 2006 era Directora General de la Oficina Española de Cambio Climático.





PONENTES INTERVENCIONES





PRESENTACIÓN DEL I SEMINARIO 2009 DE ANÁLISIS Y PROSPECTIVA

Javier Sierra (Moderador)

Subdirector General de Análisis, Prospectiva y Coordinación

Subsecretaría Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino

El Seminario se divide en dos partes: una primera en la que vamos a presentar los hechos del Cambio Climático, y para ello contamos con un representante de la mesa del Panel Intergubernamental de Expertos para el Cambio Climático (IPCC) y con la Subdirección General de Impactos y Adaptación, José Ramón Picatoste, que nos hablara de las políticas de Cambio Climático.

A continuación tendremos una breve pausa y seguidamente hablaremos de las interrelaciones del Cambio Climático con la Agricultura, del Cambio Climático y la Biodiversidad y los Bosques, y del Cambio Climático y las Pesquerías, y finalizaremos con un debate abierto entre los asistentes y todos los ponentes.



Javier Sierra Andrés

Subdirector General de Análisis, Prospectiva y Coordinación

Licenciado en Veterinaria por la Universidad de Zaragoza y Executive MBA por el Instituto de Empresa además de contar con formación de postgrado y diplomaturas en desarrollo local, desarrollo rural y economía social.

Desde 1994 hasta 2001 fue **Director de una Agencia de Desarrollo Local** en Huesca, gestionando distintos programas europeos como LEADER II o INTERREG, todos ellos relacionados con el desarrollo local y rural en sus distintos ámbitos, como las nuevas tecnologías y las PYMEs, el turismo rural, internacionalización de PYMEs, la gestión creativa del patrimonio cultural, etc.

Durante esa etapa contribuyó a fundar y formar la **Red Española de Desarrollo Rural** y la **Red Aragonesa** además de ser asesor de distintos certámenes feriales y consultor de la **Cámara de Comercio de Huesca** para la implantación del EURO en las PYMEs.

En 2001 ingresó en el entonces MAPA y tras pasar por la **Secretaría General de Pesca** y la **Secretaría General de Agricultura** en 2005 pasó a ser **Subdirector General de Planificación Económica y Coordinación Institucional**.

Actualmente es **Subdirector General de Análisis, Prospectiva y Coordinación en el MARM**.



SITUACIÓN ACTUAL Y PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO A PARTIR DE LOS INFORMES DEL IPCC

D. José Manuel Moreno Rodríguez

Catedrático de Ecología y Director del Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad de Castilla-La Mancha. Vicepresidente del Grupo II del IPCC

Muchas gracias Javier, tengo poquito tiempo para desarrollar el mensaje que quiero que se lleven a casa. Quiero que ustedes se lleven el mensaje de la realidad, y por eso voy a formular una pregunta a todos ustedes: **¿tenemos que preocuparnos por el cambio climático?** La respuesta, y ese es el mensaje que quiero que se lleven a casa, es, **sí, mucho, y ya**. Voy a dedicar mi intervención para convencerles de que, efectivamente, tienen que preocuparse, mucho y ya mismo.

Les voy hablar de lo que dice el grupo intergubernamental de expertos sobre cambio climático, más conocido como IPCC, pero antes de decirles lo que dicen, creo que es importante, porque entiendo que muchos de ustedes son funcionarios que toman decisiones y tienen que utilizar elementos científicos o información científica para tomar decisiones, que conozcan cómo funciona el IPCC. Creo que puede ser un buen referente para ustedes en su vida cotidiana, acerca de cómo hay que intentar hacer las cosas para efectivamente, destilar la mejor ciencia del momento, y tomar las decisiones que en cada momento sean posibles con el mejor apoyo científico.

Que es el IPCC

- Grupo de expertos propuestos por OMM y UNEP
- Los expertos son elegidos en su capacidad personal, no hay vinculación a gobierno o institución alguna
- Los informes que se redactan no tienen ninguna indicación de lo que se puede decir o no, salvo los objetivos

El IPCC está compuesto por gente que estamos allí en nuestra calidad personal, somos elegidos por nuestros méritos, y no representamos a ningún gobierno ni institución. El IPCC está promovido por la organización mundial de las Naciones Unidas y el programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente. Sus informes se redactan sin ningún tipo de indicación acerca de qué hay que decir o que no hay que decir. Tenemos un guión, pero nadie

nos prescribe lo que decimos para desarrollarlo. Los científicos actuamos libremente.

Lo que hacemos es evaluar la ciencia, lo que la Secretaria de Estado, Teresa Ribera, denominaba "diagnóstico"; nosotros ponemos los datos encima de la mesa, no prescribimos las políticas porque la toma de decisiones políticas corresponde a los representantes legítimos del pueblo, donde tenemos la suerte de tenerlos.



Cómo funciona el IPCC

- Evaluación de la ciencia, no prescripción de políticas
- Rigor: lo que se dice debe estar apoyado en la bibliografía
- Transparencia en el proceso de redacción
- Consenso en la aprobación de los informes

Rigor, nada de lo que se diga puede decirse si no está apoyado por publicaciones científicas válidamente publicadas y contrastadas. No van a encontrar nada que venga del cielo, y que sea él "a mí me parece". No hay a mí me parece, hay "la ciencia dice esto" y sobre eso se elabora.

Transparencia en el proceso de redacción. Todo lo que se hace va a ser revisado y vuelto a revisar por prácticamente cualquiera que tenga que decir algo minimamente serio. Creo que tenemos hoy con nosotros algunas de las personas que han participado en alguno de estos procesos.

Consenso en la aprobación de los informes. El IPCC elabora cosas para la gobernabilidad del mundo, y no es fácil gobernar el mundo de ninguna de las maneras, y mucho menos si no se ponen cosas que sean aceptadas por todo el mundo por consenso: que no sea de unos pocos, sino de todos.

Unanimidad. Los mensajes que yo después les voy a trasladar, son mensajes de unanimidad, aprobados por todos y cada uno de los gobiernos representados en Naciones Unidas.

Quédenselo con Vds., porque a partir de que entiendan esto, entenderán lo que les decía, de "preocúpense, mucho y ya mismo".

Para que se hagan una idea, en la práctica, en todos los informes, desde luego en el último, en el que yo he sido responsable de uno de los capítulos del grupo II, los textos son revisados en distintas rondas por científicos, una vez, después por más científicos otra vez, por todos los gobiernos del mundo, con todos los científicos de quien quieren ayudarse, y después otra vez por todos los gobiernos del mundo en una cuarta vez. Todos los comentarios, y les puedo decir que el capítulo que yo he coordinado ha recibido del orden de unos 2000, hay que responderlos uno a uno, y refutar si alguien cuestiona algo. Todo eso queda registrado como parte del proceso de evaluación, y está disponible para cualquiera de ustedes, si alguno le surge una duda acerca de lo que se dice y si no hubo nadie que lo cuestionase. Todas esas respuestas forman parte del proceso de evaluación.

Vayamos ahora a ver algunos de esos mensajes de consenso y unanimidad:

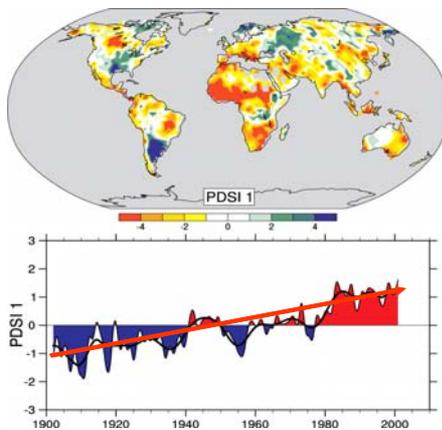
La mayor parte del aumento en la temperatura media global observado desde mediados del siglo XX es muy probable que sea debido al incremento observado en los gases de efecto invernadero de origen antropogénico

El calentamiento del sistema climático es inequívoco, como lo evidencian las observaciones de aumento mundial de la temperatura del aire, así como de los océanos, el derretimiento generalizado de la nieve y el hielo y el aumento mundial del nivel del mar

IV Informe de Evaluación del IPCC 2007

Existen muchas evidencias y acuerdo científico acerca de la existencia de un potencial económico sustancial para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero durante las próximas décadas, tanto que esto podría compensar ya las emisiones que se prevén o incluso reducirlas por debajo de los niveles de emisión actuales. En otras palabras, el IPCC hace un ejercicio de ver si podíamos, con lo que ya existe encima de la mesa, por lo menos no seguir aumentando las emisiones a la tasa que vamos y bajar las emisiones, reducirlas por debajo por lo menos al nivel actual. No ya disminuirlas, sino no por lo menos, no subir las más.

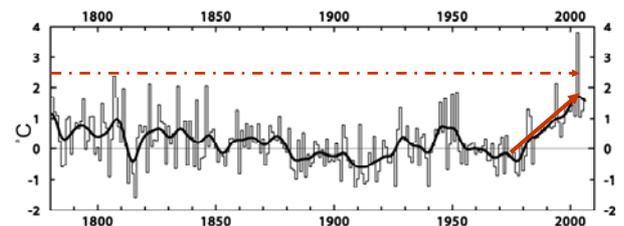
Las sequías están aumentando en la mayoría de los sitios



Patrones más importantes para el PDSI mensual desde 1900 to 2002.

La serie temporal del PDSI refleja la mayor parte de la tendencia

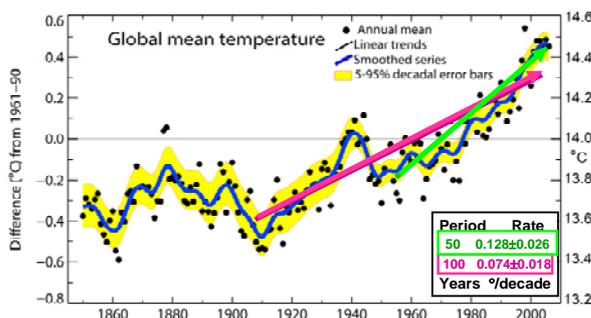
Las olas de calor están aumentando



Ola de calor extrema de 2003 en Europa. Temperaturas en Europa Central JJA (anomalías con respecto a 1961-1990)

IV Informe de Evaluación del IPCC 2007

La temperatura está subiendo aceleradamente

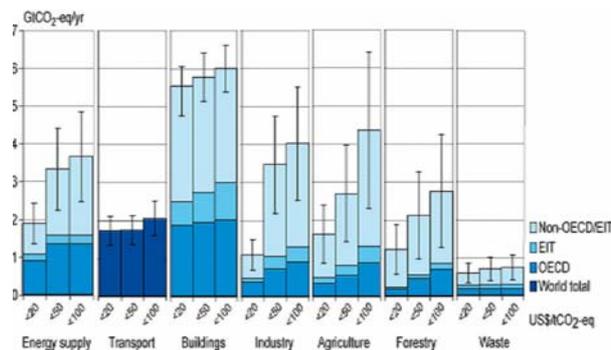


IV Informe de Evaluación del IPCC 2007

También se hace un ejercicio muy interesante de ver, cuánto se puede disminuir en cada sector, y a qué coste. Entonces, por ejemplo la **agricultura** puede añadir unos cuantos millones de toneladas equivalentes de menos, o unos cuantos bastantes más, dependiendo del precio de la tonelada de emisiones.

Luego efectivamente, ahí hay un papel para el mercado, un papel para las políticas, hay un papel para poder hacer, y se ve que no sólo la agricultura sino por ejemplo el sector de la **construcción**, que tiene un potencial bastante grande, el sector energético. Si sumamos todo cantidades lo suficientemente importantes (20 o 30 giga toneladas), que equivalen a lo que efectivamente se prevé que íbamos a estar aumentando, con lo cual al menos podíamos quedarnos como estamos, que no es poco con la tecnología, con las herramientas que existen encima de la mesa.

Potencial mitigador por sectores y regiones



No se han tenido en cuenta cambios en los estilos de vida

Por tanto este es un mensaje relativamente esperanzador, y lo es más porque se calcula que puede hacerse con una pequeña disminución del producto interior bruto. Así, estabilizar las emisiones en un escenario que no sobrepasen ya las 430 ppm equivalentes que no son sólo de CO₂, que el CO₂ serían unas 400, podría hacerse a un coste de del 0,12 del producto interior bruto anual.

Existen muchas evidencias y acuerdo científico acerca de la existencia de un potencial económico sustancial para mitigar las emisiones de GHG durante las próximas décadas, tanto que éste podría compensar las emisiones que se prevén o incluso reducirlas por debajo de los niveles actuales

No son grandes magnitudes, ahora estamos viendo otro tipo de magnitudes, por tanto hay un **mensaje esperanzador para las políticas, para las acciones, para muchos como los que están aquí, ayudan a la toma de decisión, de que efectivamente puede ser posible y a un coste pequeño.** Aquí no estamos

incluyendo los costes de no hacerlo, ya que los costes de no hacerlo, como decía la

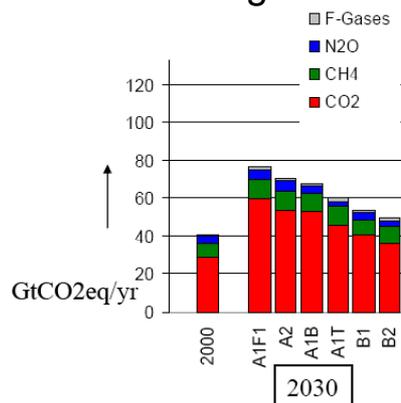
Secretaría de estado, referenciados en el informe Stern, supondrían porcentajes de 10% al 20% en términos del producto interior bruto mundial; es decir, la diferencia, son órdenes de magnitud.



Los costes macroeconómicos en 2030 de estabilizar las emisiones

Trajectories towards stabilization levels (ppm CO ₂ -eq)	Median GDP reduction [1] (%)	Range of GDP reduction [2] (%)	Reduction of average annual GDP growth rates [3] (percentage points)
590-710	0.2	-0.6 – 1.2	< 0.06
535-590	0.6	0.2 – 2.5	< 0.1
445-535 [4]	Not available	< 3	< 0.12

Con las políticas actuales las emisiones seguirán creciendo

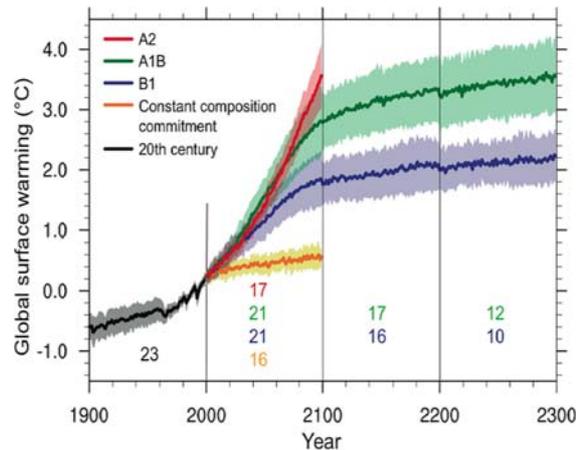


Finalmente, simplemente preguntarnos, “¿qué tiempo tenemos para estabilizar esto?” La respuesta es, poco; no hay tiempo. Para estabilizar las emisiones en el nivel más próximo, para que no excedan las 490 ppm-e estamos hablando del 2015 aproximadamente. Cuanto más tarde iniciemos el proceso más difícil es disminuir las emisiones, y

estabilizarlas a este nivel supondría que las temperaturas como poco, podrían incluso superar los 2°C.

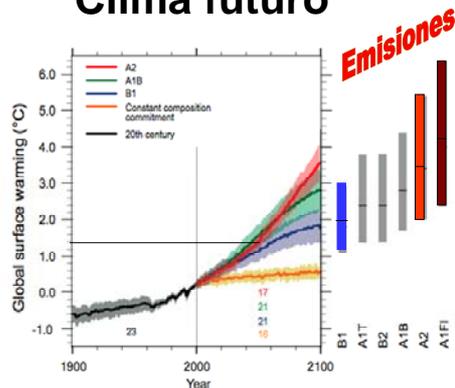
Este es el escenario de estabilización y de disminución de las emisiones para que no sobrepasen el escenario más optimista que tenemos, y aún así, en el más optimista, no podemos descartar efectos que exceden con mucho lo que en principio algunas de las decisiones de política que se están tomando hemos dicho que no queríamos que ocurriese.

El cambio persistirá durante siglos



El calentamiento antropogénico y el ascenso del nivel del mar continuará durante siglos debido a las escalas asociadas a los procesos climáticos y las interacciones, aún cuando se estabilicen las emisiones. Los números hacen referencia a los modelos usados. Fuente: TSGI, 4AR IPCC, 2007.

Clima futuro



Escenario B1: Mejor estima 1.8°C; Rango probable 1.1°C a 2.9°C

Escenario A1FI: Mejor estima 4.0°C; Rango probable 2.4°C a 6.4°C.

De continuar las emisiones de gases de efecto invernadero a tasas actuales o superiores causarán un calentamiento adicional y muchos otros cambios en el clima global durante el siglo XXI, cambios que muy probablemente serán mayores que los observados en el siglo XX

Claro, si nos relajamos y dejamos que las emisiones suban y nos ponemos a estabilizar más tarde, las temperaturas aumentarán por encima de tres o más grados, en los niveles más altos podrán los 4 ó 5°C. Aún así, si aceptásemos esto, resulta que tampoco tendríamos demasiado tiempo por qué estaríamos hablando de 2030, que es pasado mañana; ustedes ya están tomando decisiones que van más allá. Vamos, que realmente cuanto antes mejor porque verdaderamente, aligerarnos un poco y relajarnos en la toma de una decisión difícil no va a ayudar de ninguna de las maneras.

Voy a cerrar con alguno de los últimos mensajes.

La adaptación será necesaria para enfrentarse a los impactos que serán inevitables debido a las emisiones del pasado

Como el clima va a seguir cambiando, la adaptación va a ser necesarias para enfrentarse a los impactos que van a ser inevitables debido a las emisiones del pasado. En fin, tómenlo con reservas si quieres, pero sean conscientes de que



en cualquiera de las decisiones que van ustedes a tomar es mejor que asuman que el clima de mañana no va a ser el del pasado. No se basen en el clima del pasado para tomar sus decisiones, úsenlo como una de las referencias, pero busquen más allá, porque si no podemos tomar decisiones que van a ser equivocadas sobre todo a la hora de plantear "que podemos hacer si nos ocurre algo que está mucho más allá de lo que mirando hacia atrás pensábamos que podía ocurrirnos".

Así es que, **tomar medidas para aumentar la capacidad para hacer frente a los riesgos relacionados con el clima** es imperativo en estos momentos. La banda alta no la sabemos, pero lo que sí sabemos es que la banda baja con la que operamos muy probablemente se va a ver sobrepasada. Así es que, no lo tomen como nivel de referencia porque se van a confundir, casi con toda probabilidad.



Finalmente, hay que hacer una llamada a las maneras de **reconciliar el desarrollo con el desarrollo sostenible**. El combinar el desarrollo sostenible nos hará disminuir la vulnerabilidad frente al cambio climático y en última instancia nos hará vivir mejor que eso lo que en última instancia, queremos todos.

El desarrollo sostenible puede reducir la vulnerabilidad al cambio climático, y el cambio climático puede impedir que las naciones desarrollen sus capacidad para adentrarse en la senda del desarrollo sostenible

A cabo por donde empecé, y espero haberles convencido, y dejado en el bolsillo como mensaje para llevarse a casa que "sí, mucho y ya". Pero ahora añadiría otro, **"es posible"**. Muchas gracias.



D. José Manuel Moreno Rodríguez

Universidad de Castilla-La Mancha
Vicepresidente del Grupo II del IPCC

Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Complutense de Madrid. En la actualidad es **catedrático de Ecología y Director del Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad de Castilla-La Mancha**. Fundó el Instituto de Ciencias Ambientales y el Departamento del mismo nombre, que dirige en la actualidad. También está a cargo de poner en marcha el Centro de Investigación del Fuego.

Desde 2004 es miembro del Grupo II del Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC). Ha sido **Coordinador Líder del capítulo europeo del IV Informe de Evaluación del IPCC**, aprobado en Noviembre de 2007 en Valencia. En la actualidad es Vicepresidente del II grupo del IPCC y miembro de la Mesa de dicho organismo.

Ha recibido varias distinciones: Premio Nacional El Batefuegos de Oro, por su labor investigadora sobre los incendios forestales; Placa al Mérito Regional en 2005 otorgado por el Gobierno de Castilla-La Mancha; durante su pertenencia al IPCC en calidad de Autor Coordinador Líder, este grupo, junto con Albert Gore, recibió el Premio Nobel de la Paz en 2007.

PRINCIPALES ACTUACIONES EN CAMBIO CLIMÁTICO

José Ramón Picatoste Ruggeroni

Jefe de Área de Estrategias de Adaptación al Cambio Climático

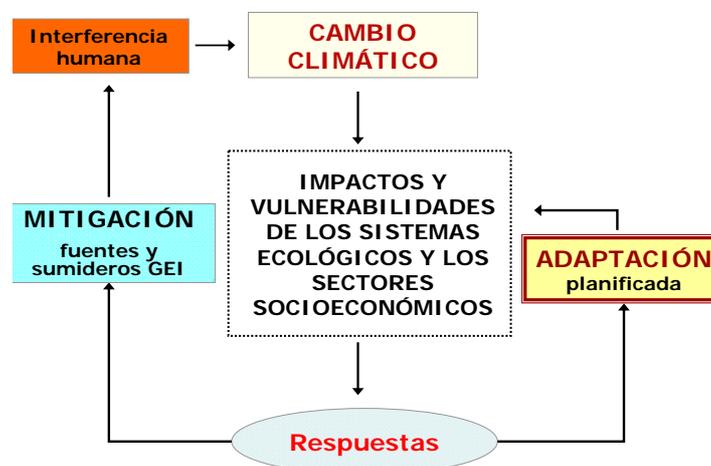
Oficina Española de Cambio Climático

El IV Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) se publicó en el año 2007 y constituye la más completa y exhaustiva revisión del conocimiento científico sobre cambio climático hasta la fecha. La Oficina Española de Cambio Climático (OECC), como punto focal nacional del IPCC, ha participado activamente en el proceso que ha llevado a la aprobación del IV Informe de Evaluación, que constituye una referencia imprescindible y orienta e informa todos sus trabajos, tanto a nivel nacional como internacional.

Las soluciones al reto del cambio climático pueden agruparse en dos grandes frentes de actividad: la **mitigación**, que ataca las causas primarias del cambio climático antropogénico y se refiere a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera y la potenciación de su secuestro, y la **adaptación**, que asume que cierto grado de cambio climático es inevitable, está en marcha y, por tanto, hay que actuar planteando medidas que minimicen los impactos actuales y futuros y reduzcan la vulnerabilidad.

Las acciones de mitigación tienen que tener necesariamente un enfoque global, ya que la atmósfera no tiene fronteras y las emisiones de GEI se transmiten rápidamente a todo el sistema climático y afectan al conjunto del planeta. A diferencia de la mitigación, las acciones de adaptación tienen que ser específicas para las circunstancias locales, regionales y nacionales, ya que los impactos del cambio climático son específicos de cada lugar y la vulnerabilidad depende de las capacidades previas existentes.

El siguiente gráfico refleja ambos frentes de actuación frente al problema del cambio climático.



La Oficina Española de Cambio Climático es una Dirección General de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, que tiene, entre otras funciones, formular la política nacional de cambio climático, de conformidad con la normativa internacional y comunitaria en la materia, proponer la normativa y desarrollar los instrumentos de planificación y administrativos que permitan cumplir con los objetivos establecidos por dicha política, así como ejercer las funciones técnicas y de coordinación con el secretariado de los órganos colegiados en materia de cambio climático.

Para ello está estructurada en tres Subdirecciones que siguen el esquema de respuesta frente al cambio climático ya avanzado: la Subdirección de Impactos y Adaptación, la Subdirección General de Mitigación y Tecnologías, y la Subdirección General de Comercio de Emisiones y Mecanismos de Flexibilidad.

En los siguientes recuadros se recogen algunas cuestiones clave del **marco internacional de Naciones Unidas** en relación al cambio climático.



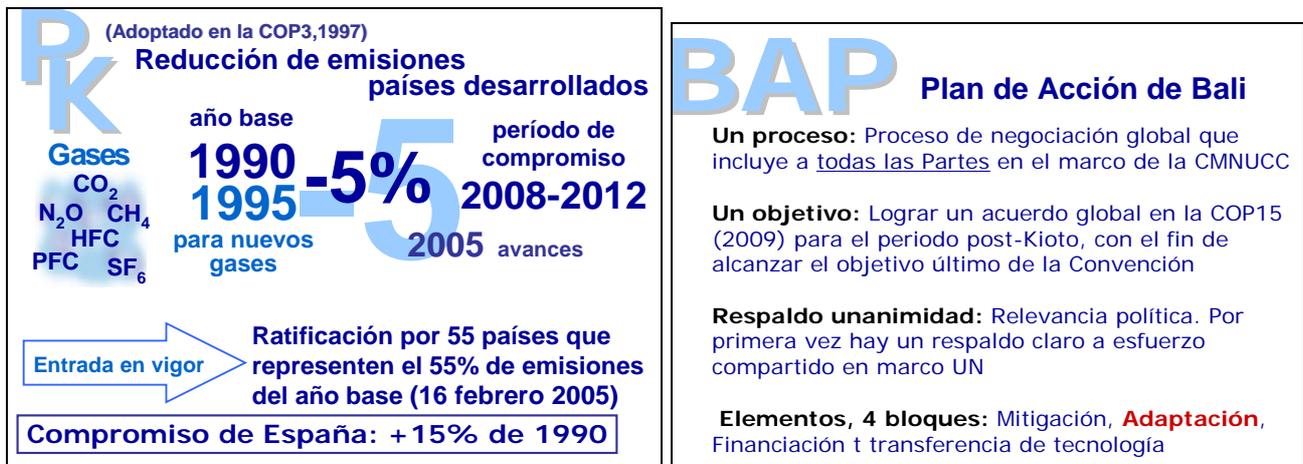
La **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático** (CMNUCC) es una de las tres convenciones de Río y tiene como objetivo último lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático.

Tiene una serie de principios y contempla dos tipos de acciones: la mitigación y la adaptación. La mitigación ha sido el área en la que principalmente se ha centrado la atención y la actividad desde que se adoptó el Convenio Marco de las Naciones Unidas en 1992. Pero en los últimos años la adaptación al cambio climático ha ido progresivamente ganando peso, debido a que los impactos observados y las evidencias del cambio climático son cada día más incuestionables, junto al hecho de que los países en desarrollo son los más vulnerables al cambio climático, siendo los que menos han contribuido a la generación del problema. Esta circunstancia es un factor de mucho peso que fuerza a que en la negociación internacional la adaptación al cambio climático haya emergido con un peso comparable a la mitigación.



El **Protocolo de Kioto** supuso el primer paso en un compromiso para la mitigación, para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Implica una serie de compromisos cuantificados –reflejados en el recuadro- para un primer periodo que finaliza en 2012, y que atañe a los países desarrollados.

Actualmente está en marcha el proceso llamado **Plan de Acción de Bali** (BAP), adoptado en diciembre de 2007, que establece –en el marco de la CMNUCC- la ruta para lograr un acuerdo en diciembre de 2009 orientado al segundo periodo de compromiso, posterior a 2012, cuando finaliza el Protocolo de Kioto. La negociación en curso, muy activa en estos momentos, incluye a todas las Partes y considera cuatro pilares principales: mitigación, adaptación, financiación y tecnología.



A **nivel nacional**, la **Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia** es el instrumento marco que orienta las acciones en materia de cambio climático. La Estrategia tiene como objetivos generales los siguientes:

- Asegurar reducción de emisiones de GEI (especial importancia al el sector energético)
- Contribuir al desarrollo sostenible, fortaleciendo los mecanismos de flexibilidad basados en proyectos
- Impulsar medidas de reducción en sectores difusos
- Integrar medidas y estrategias de adaptación en políticas sectoriales mediante la aplicación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
- Aumentar la concienciación y sensibilización pública
- Fomentar la I+D+i
- Garantizar seguridad de abastecimiento de energía, fomentando energías más limpias
- Disminuir la dependencia energética exterior
- Impulsar el uso responsable de la energía y el ahorro

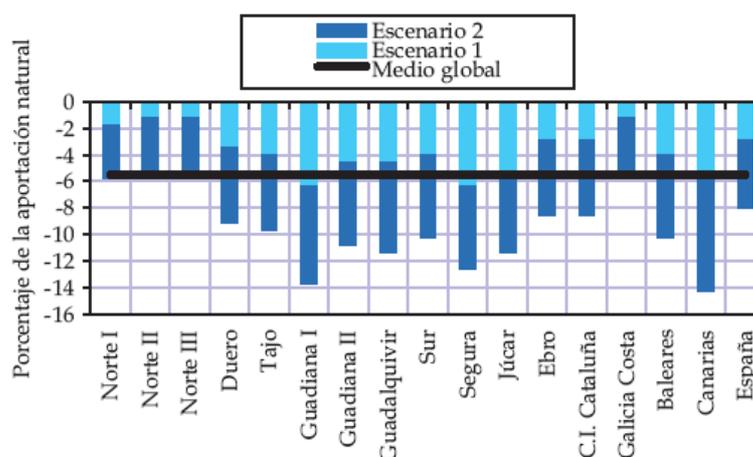
En materia de **adaptación y evaluación de impactos del cambio climático** en España, una de las primeras acciones que la OECC ha llevado a cabo es un proyecto que finalizó en 2005, llamado “Evaluación Preliminar de Impactos en España por Efecto del Cambio Climático” (Proyecto ECCE). El proyecto contó con la

participación de un panel de más de 400 expertos, cuyo objetivo último fue hacer una revisión exhaustiva y una compilación del estado de conocimiento en la materia en España, en una serie de sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos, y con una estructura homogénea, identificándose los principales impactos esperados, las áreas más vulnerables, las lagunas de conocimiento que había en cada sector, etc.

Entre los capítulos en los que se estructuró el informe figuraba el sector agrícola, el sector de recursos hídricos, el sector forestal, las zonas costeras, el turismo, la salud, la biodiversidad, etc., y supuso una base de conocimiento sobre la que desarrollar las futuras acciones. El proyecto se desarrolló a través de un convenio entre la OECC y la Universidad de Castilla La Mancha, que actuó como unidad coordinadora. Esta publicación puede descargarse del portal de internet del MARM¹.

Como resultados más destacables del proyecto ECCE, cabe mencionar que los recursos hídricos constituyen un factor director y limitante, que condiciona el desarrollo de muchas otras actividades sectoriales en España. Los impactos del cambio climático en los recursos hídricos que se proyectan en España para el siglo XXI son importantes. Simulaciones de la disponibilidad de recursos en las principales cuencas hidrográficas españolas, teniendo en cuenta distintos escenarios de cambio climático a lo largo del siglo XXI, concluyen que en las áreas de carácter árido y semiárido, que en España son un porcentaje importante de nuestra superficie, se podrían experimentar reducciones de las aportaciones hídricas en régimen natural de hasta un 50%.

La siguiente grafica refleja los porcentajes en la disminución de la aportación natural en las cuencas españolas bajo distintos escenarios climáticos de tipo incremental: el escenario 1 supone un aumento de 1º C en la temperatura media anual y el escenario 2 el mismo aumento térmico junto con una disminución de un 5% en la precipitación media anual.



1

http://www.mma.es/portal/secciones/cambio_climatico/areas_tematicas/impactos_cc/eval_pre_imp_esp_c.c.htm



Con relación a otros sectores, pueden señalarse los siguientes resultados del proyecto ECCE:

Impactos en los recursos edáficos

- ⇒ Extensas zonas de España están actualmente amenazadas por procesos de desertización; el cambio climático incrementará este problema, especialmente en regiones áridas y semiáridas de la cuenca mediterránea
- ⇒ Se espera una disminución generalizada del carbono orgánico en el suelo como consecuencia del incremento de temperatura y del aumento de la sequía. Las áreas en las cuales esta pérdida puede ser mayor es el N de España

Impactos en agricultura

- ⇒ Los impactos serán amplios y muy diversos, ya que este medio se encuentra muy vinculado a los ecosistemas que lo rodean
- ⇒ Los efectos en la agricultura serán contrapuestos y no uniformes en las regiones españolas. Los agrosistemas identificados como más vulnerables son: cultivos extensivos de secano en zonas áridas y semiáridas, olivares, regadíos y cultivos forzados bajo plásticos
- ⇒ Se esperan impactos tan importantes como aumento de la erosión, desertización, aumento del número e intensidad de los incendios, cambio en la fisiología de las especies, desplazamiento de las especies, variaciones en la productividad,...
- ⇒ El aumento del nivel del mar puede afectar muy negativamente a las áreas de agricultura periurbana en zonas costeras (sobre todo en el litoral mediterráneo)
- ⇒ Los cultivos españoles aumentarán su vulnerabilidad frente a plagas y enfermedades

Impactos en ganadería

- ⇒ La implicación del cambio climático es compleja por la diversidad de sistemas ganaderos, puede afectar de múltiples formas (reproducción, metabolismo, sanidad, etc...).
- ⇒ Los efectos se pueden resumir en dos parámetros: ingestión y bienestar animal.
- ⇒ Se esperan efectos sobre la disponibilidad de recursos forrajeros a lo largo del año, que condiciona la ingestión y la rentabilidad de las explotaciones ganaderas
- ⇒ Se proyectan efectos en los procesos parasitarios e infecciosos, cuyos agentes etiológicos y/o vectores están estrechamente ligados al clima.

Impactos en bosques

- ⇒ La reserva hídrica de los suelos forestales se reducirá, provocando cambios en la composición y distribución de las masas forestales; también aumentará



el riesgo de incendios forestales, y de plagas y enfermedades en bosques. Algunas especies perforadoras y determinados defoliadores pueden llegar a completar hasta dos ciclos de vida por año y/o incrementar su área de distribución

- ⇒ Se proyectan cambios en la dinámica y distribución de los depósitos de carbono forestales (aéreos y subterráneos)
- ⇒ Los bosques españoles pueden llegar a ser emisores netos de carbono en la segunda mitad del siglo XXI
- ⇒ Se espera una simplificación estructural de la vegetación, con predominio de las extinciones locales sobre las recolonizaciones
- ⇒ Las áreas y taxones identificados como más vulnerables son: poblaciones de *Abies pinsapo*, poblaciones aisladas meridionales de *Pinus sylvestris*, *P. nigra* y *P. uncinata*, bosques riparios en corrientes de fuerte estacionalidad, bosques mediterráneos de ambientes xéricos

Impactos en la biodiversidad

- ⇒ Se proyectan cambios en la distribución de los pisos bioclimáticos, con riesgo de extinción de algunas especies y pérdida de biodiversidad
- ⇒ Cambios en la fenología y las interacciones entre especies, con un aumento de la expansión de especies invasoras y plagas
- ⇒ Las migraciones altitudinales / latitudinales de formaciones vegetales se intensificarán
- ⇒ Muchos ecosistemas acuáticos continentales pasarán de ser permanentes a estacionales, algunos desaparecerán
- ⇒ Las zonas más afectadas serán las zonas costeras, humedales, cursos de aguas permanentes, las zonas de alta montaña y los pastizales húmedos.

El proyecto ECCE ha proporcionado las bases sobre la que la OECC ha desarrollado su actividad en materia de adaptación, que se materializó en el **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático** (PNACC). El PNACC es el marco de referencia para la coordinación entre todas las administraciones públicas, a todos los niveles, nacional, comunidades autónomas, local, y para todas las actividades en materia de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

El objetivo principal y básico del PNACC es integrar la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión de los distintos sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos españoles. El impacto del cambio climático es un factor más de presión entre muchos otros que se tienen en cuenta normalmente a la hora de planificar y gestionar un sector, de manera que el objetivo del PNACC es lograr esa integración sectorial de la adaptación, a través de los siguientes medios:

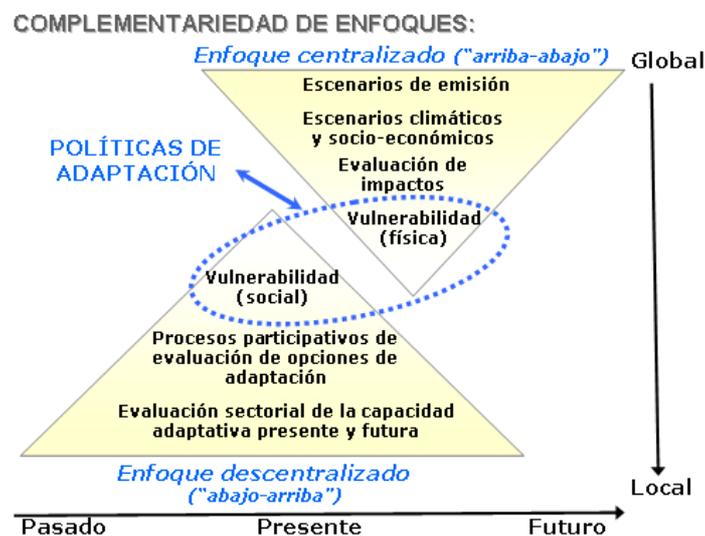
- Establecer un proceso continuo y acumulativo de generación de conocimientos y fortalecimiento de capacidades para aplicarlos
- Proporcionar asistencia a todas aquellas administraciones y organizaciones interesadas –públicas y privadas- para evaluar los impactos del cambio

climático en su área de interés, facilitando datos, información, conocimientos, herramientas y métodos

- Promover procesos de participación que conduzcan a la definición de las mejores opciones de adaptación al cambio climático

La aprobación del Plan Nacional de Adaptación se hizo a través de un amplio proceso de participación que involucró a los distintos órganos de coordinación que en materia de cambio climático que existen en España: la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático, el Consejo Nacional del Clima y la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente. El borrador del documento fue sometido a consulta pública a través de un proceso electrónico en la web del Ministerio, donde se recibieron numerosas aportaciones y propuestas. El documento final del PNACC² fue aprobado en octubre de 2006, tomando el Consejo de Ministros conocimiento del mismo.

El PNACC contempla de forma inicial hasta 16 sectores y sistemas donde promover las evaluaciones de impactos, vulnerabilidad y adaptación, con un doble enfoque. Por un lado un enfoque de arriba a abajo, mediante el cual hacer prospecciones de los impactos teniendo en cuenta los posibles escenarios de emisión, los escenarios climáticos regionalizados para España, la modelización de los impactos en cada uno de los sectores y la evaluación, en último término, de la vulnerabilidad física. Por otro lado, se considera un segundo enfoque, de abajo a arriba, donde se evalúa la vulnerabilidad social del sector en cuestión teniendo en cuenta las capacidades existentes y promoviendo procesos de participación entre los actores clave.



El primer Programa de Trabajo para el desarrollo del PNACC, aprobado también en el 2006, desarrolla las siguientes actividades:

- Generación de escenarios climáticos regionales. Objetivos:

² http://www.mma.es/portal/secciones/cambio_climatico/areas_tematicas/impactos_cc/pnacc.htm



- Desarrollar, documentar y poner a disposición del Plan Nacional de Adaptación escenarios climáticos regionales para España
- Poner en funcionamiento un mecanismo de generación operativa y actualización de escenarios climáticos regionales para España, que alimente de forma periódica al Plan Nacional de Adaptación
- Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos. Objetivos:
 - Realizar una evaluación de los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos en España en el siglo XXI mediante una modelización cuantitativa y cualitativa de los escenarios hidrológicos.
 - Realizar una primera valoración de los efectos potenciales del cambio climático sobre determinadas demandas hídricas en España
- Evaluación del impacto del cambio climático en la biodiversidad. Objetivos:
 - Realizar una identificación de los hábitat y los taxones españoles más vulnerables al cambio climático en España, y estimar su capacidad de adaptación al mismo durante el siglo XXI
- Evaluación del impacto del cambio climático en las zonas costeras. Objetivo:
 - Realizar una identificación de las áreas y elementos de la costa española más vulnerables debido a los efectos del cambio climático a lo largo del siglo XXI, y evaluar su valor ambiental

Las cuatro líneas de trabajo están actualmente en desarrollo y han producido ya resultados recogidos en el Primer Informe de Seguimiento del PNACC 2008³ entre los que merece destacarse el diseño y la puesta en operación de un portal en la página web⁴ de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMet), de libre acceso, donde hay una completa base de datos sobre Escenarios Climáticos Regionales para España, para todo el siglo XXI. Esta base de datos está documentada en una publicación de 2008, donde se describe la información disponible y se hace un análisis básico de la misma. Los escenarios de cambio climático regionalizados para España son la base para alimentar las evaluaciones de impacto en todos los sectores.

También puede destacarse, en la línea de trabajo de evaluación del impacto del cambio climático en la biodiversidad, el proyecto que se está desarrollando en estrecha coordinación entre la OECC y la Dirección General del Medio Natural y Política Forestal, a través de convenios de colaboración con la Universidad de Extremadura y el Museo Nacional de Ciencias naturales del CSIC. El proyecto se desarrolla en una serie de etapas reflejadas en la siguiente figura:

³ http://www.mma.es/secciones/cambio_climatico/areas_tematicas/impactos_cc/pdf/inf_prog_pnacc.pdf

⁴ http://www.aemet.es/es/elclima/cambio_climat/escenarios



- ✓ Selección de fauna, flora y tipos de hábitat representativos (i. e., amenazados, protegidos, especies indicadoras, etc) con distribución geográfica conocida
- ✓ Impactos y Vulnerabilidad: modelización estadística de las distribuciones potenciales actuales y futuras para identificar patrones espaciales de cambio
- ✓ Integración de bases de datos en un SIG: distribución actual de la biodiversidad, datos climáticos actuales, proyecciones de distribución potencial, distribuciones futuras, otras bases de datos (usos de suelo, infraestructuras, ENP, etc)
- ✓ Análisis de resultados, propuesta de medidas de adaptación y propuesta de prioridades para futura investigación

Se ha seleccionado un listado de referencia de fauna, flora y tipos de hábitat de España, con una distribución cartografiada en detalle, partiendo de datos procedentes del Inventario Nacional de Biodiversidad y del Mapa Forestal de España. Los datos de clima y cambio climático proceden de la base de datos de AEMet mencionada anteriormente. Los resultados del proyecto van a permitir definir o identificar, primero, qué taxones van a ser los más vulnerables al cambio climático y, segundo, qué áreas geográficas deben ser objeto de atención prioritaria. La aplicación inmediata de estos trabajos puede ser la identificación de medidas de adaptación al cambio climático que se tienen que sumar a aquellas actuaciones que ya llevan a cabo los responsables de la coordinación de la conservación de la naturaleza en España, por ejemplo, focalizar los esfuerzos de protección de determinados espacios naturales, creación de corredores ecológicos que conecten las áreas que pueden ser más vulnerables, etc.

Además de las cuatro líneas de trabajo que constituyen el núcleo del Primer Programa del PNACC, existen otros elementos en los que se ha progresado:

- Creación del Grupo de Trabajo sobre Impactos y Adaptación, para fortalecer la coordinación entre las CCAA y a la AGE en este ámbito
- Elaboración del Programa Coordinado AGE-CCAA en materia de I+D+i sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático (Salud, Turismo, Agricultura, Bosques)
- Convocatoria 2008 y resolución de la Acción Estratégica Energía y Cambio Climático, dentro del Plan Nacional de I+D+i 2008-2011, donde específicamente se priorizan proyectos que atiendan a las necesidades de investigación del PNACC
- Establecimiento de la Red de Seguimiento del Cambio Global en los Parques Nacionales de España

Actualmente, y dado que el Primer Programa del PNACC progresa y se desarrolla adecuadamente según lo planificado y los proyectos en marcha finalizarán en pocos meses, se está diseñando el Segundo Programa de Trabajo. Este Segundo Programa de Trabajo del PNACC tiene una vocación y un enfoque más estratégico e integrador, con objetivos muy ambiciosos, que suponen un salto cualitativo en el



abordaje sistemático de la adaptación en España. En particular, se pretende dar un nuevo impulso a la integración de la adaptación en las políticas sectoriales –dando continuidad al primer Programa de Trabajo- y se introducen otros tres ejes estratégicos relativos a integración en normativa, movilización de actores clave y establecimiento de un sistema de indicadores del cambio climático en España. Complementando todo ello se consideran dos pilares básicos: el refuerzo de la coordinación en las relaciones entre la Administración General del Estado y las Administraciones Autonómicas y la potenciación de la I+D+i.



José Ramón Picatoste Rueggeroni

Jefe de Área de Estrategias de Adaptación al Cambio Climático
Oficina Española de Cambio Climático

Biólogo ambiental (Universidad Autónoma de Madrid) **e hidrólogo** (Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX) de formación, ha desarrollado su actividad profesional en el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM) en diferentes áreas, entre las que destacan:

- Agrometeorología e hidrometeorología, en el Instituto Nacional de Meteorología (ahora Agencia Estatal de Meteorología)
- Conservación de la Naturaleza, en la Dirección General para la Biodiversidad (ahora D. G. de Medio Natural y Política Forestal)
- Cambio Climático, en la Oficina Española de Cambio Climático (OECC)

Actualmente es Jefe de Área de Estrategias de Adaptación al Cambio Climático, de la OECC y entre sus funciones más relevantes está la elaboración y coordinación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, como marco general de referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en España.



EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA AGRICULTURA: ADAPTACIÓN E INCERTIDUMBRES

M. Inés Mínguez, Margarita Ruiz-Ramos* y Daniel del Valle*.

Grupo de Investigación de Sistemas Agrarios.

Universidad Politécnica de Madrid y Universidad de Castilla-La Mancha

La adaptación al cambio climático de la agricultura debe abordarse dentro del contexto establecido por la FAO (Conferencia Junio 2008) en cuanto a la necesidad de duplicar la producción de alimentos para el año 2050, producir biocombustibles y otros productos, así como generar servicios ambientales. El incremento de la producción de alimentos se basará en el incremento de la productividad y de la superficie cultivada, y una mayor productividad suele ir ligada a mayores insumos en los campos cultivados. A esta presión productiva sobre los agro-sistemas se suma la necesidad de adaptación al cambio climático.

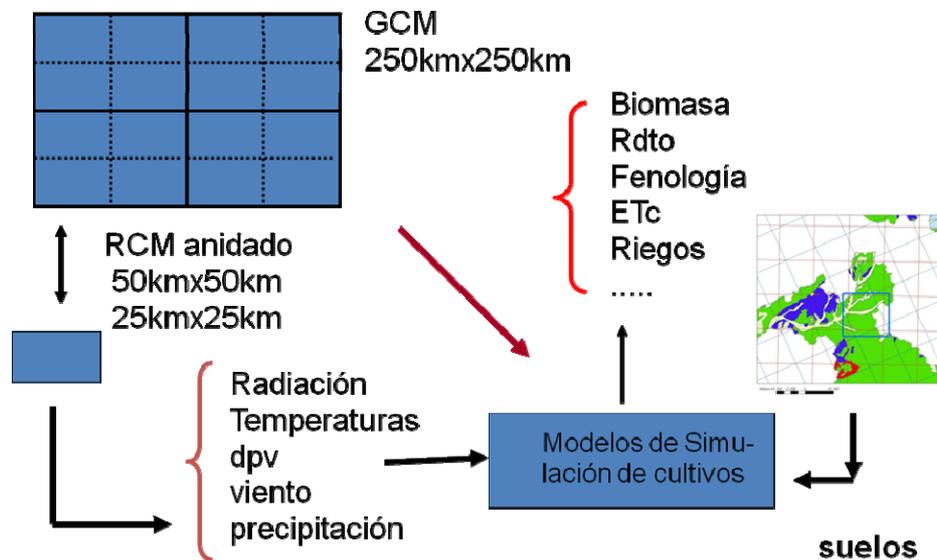
Los patrones climáticos previstos asociados al cambio climático tendrán un impacto importante en todos los componentes de los sistemas agrícolas europeos, desde la expansión de las áreas de muchos cultivos (por ejemplo maíz, Olesen et al. 2007) en Europa del norte hasta cambios en la distribución de la precipitación y sequías más frecuentes en el sur. En la Península Ibérica, el Grupo de Sistemas Agrarios aborda estos estudios dentro de proyectos de investigación regionales, nacionales y europeos, siendo conscientes del papel crucial que tendrán que jugar los agricultores no sólo como suministradores de alimentos sino como generadores de servicios ambiental en un clima con elevada probabilidad de cambio.

Evaluación de impactos y adaptaciones

La metodología que estamos aplicando para evaluar los impactos del Cambio climático y así poder plantear adaptaciones, cuantificar las incertidumbres asociadas a estas metodologías y a estas evaluaciones es, a grandes rasgos, la siguiente: los outputs de los modelos de clima se utilizan de diferentes maneras como inputs de los modelos de simulación de cultivos o de impacto, para analizar impactos, y estrategias de adaptación o mitigación (Figura 1).

Los modelos globales de clima (GCM) actuales que generan los escenarios de cambio climático bajo diferentes hipótesis de emisiones del IPCC, tienen en la actualidad resoluciones demasiado bajas para simular correctamente el clima de la Península Ibérica, de ahí que se necesiten técnicas de “downscaling” para incrementar su resolución. Debido al pequeño tamaño de la Península, su orografía compleja, y los numerosos tipos de vegetación, se necesita una mayor resolución para establecer impactos y adaptaciones de sus sistemas de cultivos y sistemas agrícolas. Los GCMs no pueden representar las heterogeneidades de la superficie de la Península a escalas menores de 150 km, de ahí que nosotros utilicemos los outputs de Modelos Regionales de Clima (RCM) que una vez “anidados” en las grandes celdas de los GCMs simulan el clima para celdas de 50 km x 50 km o de 25 km x 25 km.

Figura 1. Esquema de la cadena de simulación: GCM-RCM-Modelo de simulación de cultivo a través de un sistema de información geográfica que incorpora la información del suelo. En cada polígono de suelo los modelos de simulación de cultivos o de impactos toman los outputs de clima de la celda correspondiente a este polígono, los datos del suelo y simulan los impactos o adaptaciones.



Adaptado de Guereña et al. Agronomy J. (2001); Mínguez et al. J. Physique (2004).

Incertidumbres

A lo largo de toda la cadena de simulación, desde los escenarios climáticos continuando con los modelos de clima, modelos de cultivo/impacto y extrapolación de los resultados, se introducen incertidumbres: la cuantificación de las incertidumbres, y el mapa de las áreas de máximas y mínimas incertidumbres mejorará la interpretación de las proyecciones de impactos/adaptaciones (Ruiz-Ramos and Mínguez, en preparación)

Una única simulación climática, es decir el uso de un sólo modelo de clima, es insuficiente para generar información necesaria para la evaluación de impactos/adaptaciones debido a las incertidumbres asociadas, como no lo es el uso de un sólo modelo de cultivo/impacto. El paradigma actual es la predicción por conjuntos, o "ensembles" compuestos de múltiples proyecciones de distinto origen que se está desarrollando en el proyecto europeo ENSEMBLES 'Providing ensemble-based predictions of climate changes and their impacts' del 7PM.

En este contexto, y dentro del proyecto europeo PRUDENCE ("Prediction of Regional scenarios and uncertainties for defining European Climate change risks and effects") se utilizaron diez RCMs (un "ensemble" multi-modelo) que se conectaron a diversos modelos de cultivo/impacto (DSSAT, CropSyst, evapotranspiración,

modelos fenológicos). Los RCMs proveyeron las simulaciones del clima base (1969-1990) y futuro (2070-2100). Los datos de suelo correspondían a localidades, con perfiles observados, así como a suelos tipo representativos de todas las zonas de cultivo (sistemas agrícolas). Los modelos de simulación de cultivos han sido calibrados y validados en estudios previos pero se debe seguir mejorando estas simulaciones.

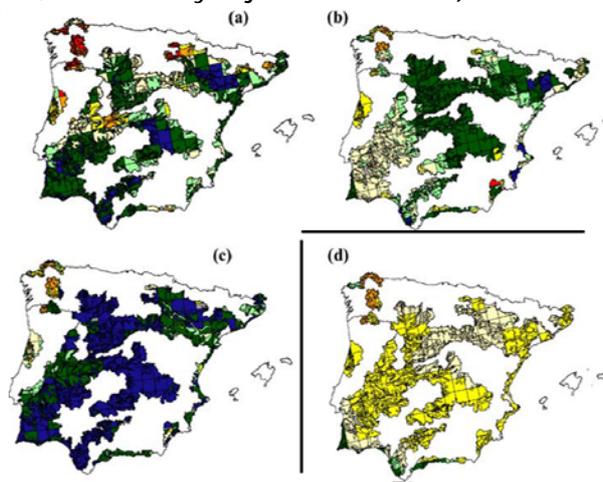
Los cultivos como indicadores

Los indicadores de impacto son cultivos de invierno y de verano, con diferentes tipos fotosintéticos, cultivos herbáceos o leñosos, en secano o regadío, sin limitación de nitrógeno y sin plagas ni enfermedades en una primera aproximación.

El trigo de primavera o el trigo de invierno en siembra otoñal y en secano, o bien el maíz en regadío reflejan los impactos posibles en los diferentes escenarios de clima futuro, no sólo en cuanto al rendimiento y producción de biomasa, sino en relación al uso del agua. Los impactos se pueden representar como cambios relativos en los rendimientos, hablamos de "tendencias" de incremento o disminución en los rendimientos, en el uso del agua, etc.

En la Figura 2 se muestran rendimientos relativos en clima futuro/clima actual de trigo de primavera, sin necesidades de vernalización, en las diferentes regiones agrícolas (aunque no se cultive allí no hay que olvidar que se está utilizando como indicador). Los rendimientos en ciertas zonas pueden incrementarse (colores verdes o azules), en otras se mantienen (colores amarillentos). Estos resultados deben tomarse con cierta precaución ya que las simulaciones de precipitación en los GCMs y RCMs, son las que presentan mayor incertidumbre, junto con las de la velocidad del viento.

Figura 2. Rendimiento relativo de Trigo de primavera en secano y siembra en otoño en escenarios A2/control con datos de clima de RCMs anidados en el GCM HadAM3H. a) REMO; b) RegCM; c) PROMES y d) RegCM en regadío (adaptado de Minguez et al., 2007, Climatic Change). Verde y azules incremento del rendimiento, amarillos se mantiene, marrones y rojos disminución)





En el caso del maíz en regadío (Cuadro 1, adaptado de Minguez et al., 2007, Climatic Change) la disminución en el rendimiento se debe al gran acortamiento del ciclo debido al incremento de las temperaturas en primavera y verano. En este caso las “adaptaciones autónomas” que pueden llevar a cabo los agricultores (fechas de siembra, cultivares de ciclo más largo, etc) pueden compensar esta disminución, si hay agua para riego. En algunas zonas se detecta también una posible disminución en las necesidades de riego.

Cuadro 1. Simulaciones de maíz en regadío. Comparación de los rendimientos (kg/ha) y lámina neta de riego (mm) entre clima actual o control, y clima A2, simulados con CERES-maiz conectado a los RCMs PROMES y HIRHAM (adaptado de Minguez et al., 2007, Climatic Change)

Meseta Central						
Fecha de siembra	RCM		PROMES		HIRHAM	
	Rdto o riego		Media	C V	Media	C V
actual	kg/ha	clima actual	11589	15	10527	15
	mm		1074	9	846	19
	kg/ha	clima A2	8583	17	5958	16
	mm		739	8	653	9
1.5 mes antes	kg/ha	clima A2	10832	13	8545	8
	mm		712	10	655	7

Trabajos en curso

Las investigaciones en curso se centran en las adaptaciones complejas, estudiando en qué condiciones varias adaptaciones sencillas pueden tener efecto acumulativo o sinérgico, en la cuantificación y minimización de las incertidumbres, realizando una cartografía y una jerarquización de la incertidumbre, y por último analizar cómo lo que denominamos escenarios de ruptura pueden generar cambios drásticos en los sistemas agrícolas (por ejemplo, desaparición, traslación en latitud o altitud).

Las adaptaciones más complejas, denominadas adaptaciones a largo plazo (cambios en los sistemas de cultivo y agrícolas) deben ser planificadas junto con las Administraciones y los responsables políticos, si bien siempre interaccionando con las Asociaciones de Agricultores. La generación de herramientas que ayuden a la toma de decisiones políticas es uno de los objetivos de nuestro trabajo.

Referencias



- Guereña A, Ruiz-Ramos M, Díaz-Ambrona CH, Conde JR and Mínguez MI, 2001. Assessment of Climate Change and Agriculture in Spain Using Climate Models. *Agronomy Journal* 93, 237-249.
- Mínguez MI, Ruiz-Ramos M, Díaz-Ambrona CH and Quemada M, 2004. Productivity in agricultural systems under climate change scenarios. Evaluation and adaptation. *J. de Physique, IV France*, 121, 269-281.
- Mínguez MI, Ruiz-Ramos M, Díaz-Ambrona CH, Quemada M and Sau F, 2007. First-order impacts on winter and summer crops assessed with various high-resolution climate models in the Iberian Peninsula. *Clim. Change* 81, 343-355.
- Olesen, J.E., Carter, T.R., Díaz-Ambrona, C.H., Fronzek, S., Heidmann, T., Hickler, T., Holt, T., Mínguez, M.I., Morales, P., Palutikof, J.P., Quemada, M., Ruiz-Ramos, M., Rubæk, G.H., Sau, F., Smith, B. and Sykes, M.T. 2007. Uncertainties in projected impacts of climate change on European agriculture and terrestrial ecosystems based on scenarios from regional climate models. *Clim. Change* 81, 123-143.
- Ruiz-Ramos M and Mínguez MI, (en preparación). Uncertainty analysis of first-order impacts of climate change in Spanish agriculture.



Inés Minguéz Tudela

Catedrática del Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
Universidad Politécnica de Madrid

Responsable del grupo de Investigación de Sistemas Agrarios (**AgSystems**) que tiene como líneas prioritarias de investigación:

- Manejo de agua y nitrógeno en sistemas agrarios
- Modelización de cultivos y de sistemas agrarios, y análisis de la sostenibilidad
- Impacto, adaptación y vulnerabilidad al cambio climático en cultivos y sistemas de cultivo

Se doctoró con una tesis sobre fijación simbiótica de nitrógeno en leguminosas. Es **profesora en la ETSI Agrónomos de Madrid**, donde imparte clases de las asignaturas de Fitotecnia y Producción Agraria Sostenible, y en el programa de doctorado "Producción, protección y manejo sostenible del medio agrario" de la UPM. En la misma ETSI fue subdirectora de Investigación y Doctorado entre 1999 y 2004.

Es Miembro de la Sociedades de Agronomía europea, americana y australiana.

Ha trabajado durante dos años en la Comisión Europea como Experto Nacional Destacado en la Dirección General de Investigación.



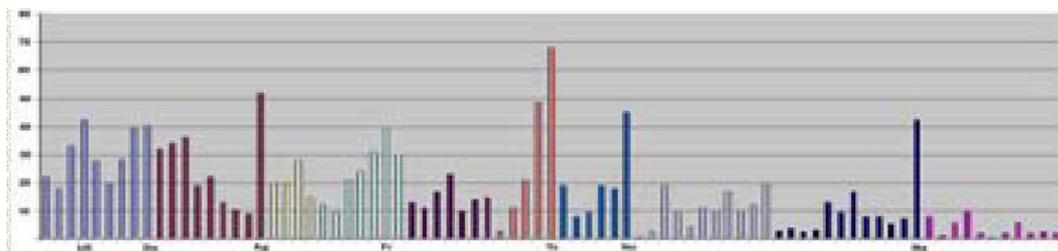
IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA BIODIVERSIDAD Y LOS BOSQUES

Fernando Valladares

Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC

España ha pasado en solo 20 años de ir a la zaga en ecología y cambio global a situarse probablemente entre los tres o cuatro principales países del mundo en investigación de calidad en ecología, por lo que serían muchos los colegas españoles que perfectamente podrían hoy estar hablando aquí. En relación al tema de la conferencia, a los bosques y el sector forestal se podría probablemente destinar todo un seminario por lo que tienen mucho que aportar aquí. No obstante, mi aproximación como ecólogo es más desde la biodiversidad, desde la combinación de especies. Podemos seguir la analogía de Miguel Delibes hijo, que hablaba de la biodiversidad como "esos ladrillos que conforman un edificio", al que inicialmente podemos ir quitando ladrillos sin que se caiga hasta un momento en que la pérdida de un nuevo ladrillo colapsa todo, no siendo todos los ladrillos igual de importantes. Esta analogía de los ecosistemas como una combinación de especies es la que me sirve para transmitirles que, de alguna manera, los bosques estarán presentes en mi exposición, pero no los abordaré literalmente.

La biodiversidad del planeta ha sufrido muchas crisis. En la siguiente gráfica pretendo que se vea simplemente la historia de la vida en la tierra, que ha sufrido al menos cinco grandes crisis. Se comenta que estamos en la **sexta crisis de biodiversidad**, y posiblemente al planeta no le preocupe en absoluto que ahora mismo estemos ante una crisis de biodiversidad, a los que nos puede preocupar, como bien dejó claro José Manuel Moreno al principio, es a nosotros, en parte por la responsabilidad moral, pero en caso de que no tengamos, por las consecuencias en la calidad de nuestra propia vida, y como veremos al final, por las consecuencias en la biodiversidad de nuestra propia especie.



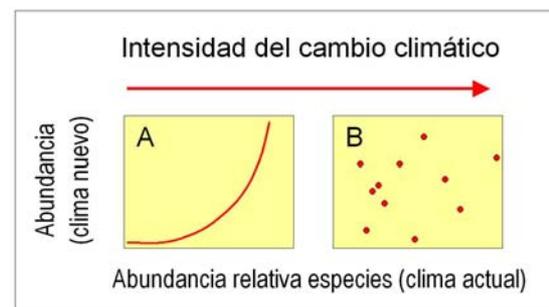
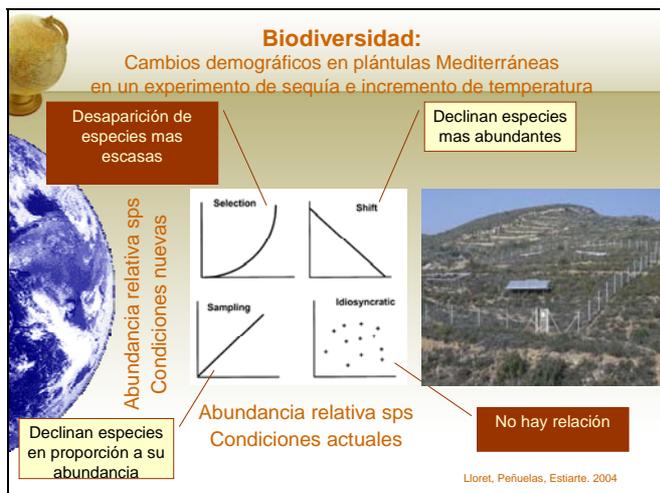
Podemos encontrar la huella humana en extinciones más o menos recientes. La aridificación de muchas zonas de la tierra, acoplada a otras actividades humanas ha llevado a **extinciones de fauna**. Esto está muy bien documentado en el este de la Cuenca Mediterránea, donde hasta hace no mucho la propia monarquía de Jordania cazaba guepardos. La aridificación del clima, sumada a cambios en los usos del territorio, etc., ha llevado ya a la extinción de varias especies emblemáticas, y a la lenta extinción actual de especies como el quebrantahuesos, el oso o el lince.

Sean climáticas directas o indirectas, está muy claro que hay una injerencia humana en este ritmo de extinciones. Se habla de un ritmo actual de extinciones de entre 100 y 1000 veces superior al ritmo de fondo, es decir, hay incertidumbre en la magnitud del ritmo de extinción, pero en cualquier caso, hay una gran cantidad de especies que se extinguen por nuestra causa.

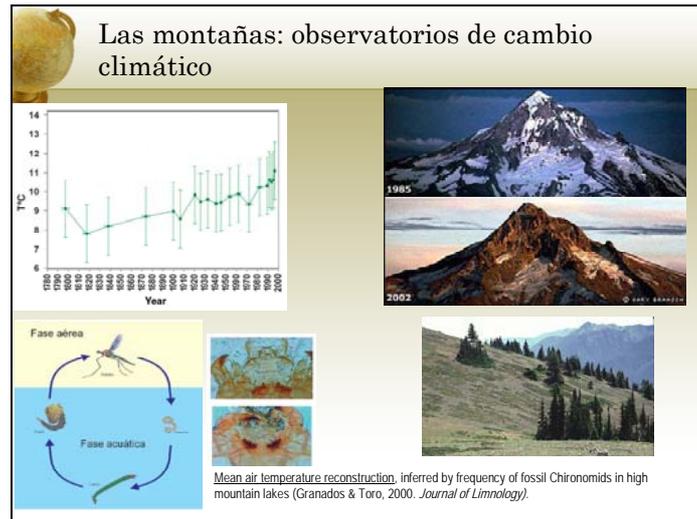
Algunos pronósticos hablan de que el 25% de los mamíferos se podrían extinguir en 30 años. Quizá las cifras se puedan mejorar, pero la magnitud de las tasas de extinciones es muy alta, evidenciando nuestra responsabilidad.

Como científicos, buena parte de lo que se sabe y de lo que voy a comentar sobre cambio climático y biodiversidad corresponde a **estudios de correlación**, estudios observacionales. La observación es solamente la primera parte del método científico, a la cual debe suceder la comprobación de las hipótesis de forma experimental, para lo cual necesitaríamos en algunos casos una segunda Tierra que hiciera de control, y que no tuviera a nuestra especie emitiendo gases de efecto invernadero. Ante su imposibilidad actual, se hacen experimentos en micro cosmos o en condiciones simplificadas, como las que se hacen en la Costa de Garraf, donde destaca el trabajo del CREA (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals) de Barcelona, por la multitud de información que va obteniendo de sus sistemas experimentales, que son muy complejos y constituyen casi la excepción, ya que como digo la mayoría de los trabajos son observacionales.

De esta gran colección de trabajos, se podrían extraer muchas conclusiones, pero quizá una de las más relevantes sobre la biodiversidad es que la composición de especies, la diversidad que puede haber en un futuro, guarda una cierta relación con la diversidad y composición de especies en la actualidad si el cambio climático tiene una intensidad media o baja. Sin embargo, si el cambio climático es muy intenso, realmente la composición del mundo futuro guardará muy poca similitud con la composición del mundo actual y no tenemos herramientas para predecirlo.



Las **montañas son observatorios naturales** del cambio climático. A Humboldt le fascinaron, veía todos los cinturones de vegetación planteados como tiralíneas, y esos límites entre tipos de vegetación, que nos llaman tanto la atención desde el avión cuando sobrevolamos Canarias, han servido como indicadores del cambio climático desde el comienzo de las investigaciones y observaciones. Los límites de los bosques que suben ladera arriba, los glaciares que se funden, incluso los mosquitos y muchos otros organismos asociados a algunas lagunas, nos van dejando, como ocurre en Peñalara (Madrid), indicaciones de que el clima, hace apenas unas décadas o siglos, fue muy diferente.



Podemos ir a ejemplos concretos, como una tesis doctoral reciente desarrollada en el Parque de Peñalara que ha estudiado la evolución de determinadas poblaciones a lo largo del **gradiente altitudinal**: por ejemplo, entre la Laguna y el pico de Peñalara, poblaciones de una especie de *Silene*, tienen actualmente en su límite altitudinal inferior una tasa de crecimiento poblacional inferior a uno. Esto quiere decir que se van extinguiendo gradualmente, y como ocurre en todas las montañas, no hay escape en altura, es decir, las poblaciones de más arriba no podrán continuar subiendo. Así que, una de las cuestiones adicionales para estudiar las montañas es el riesgo de extinciones locales.





Tesis doctoral Luis Giménez, 2006

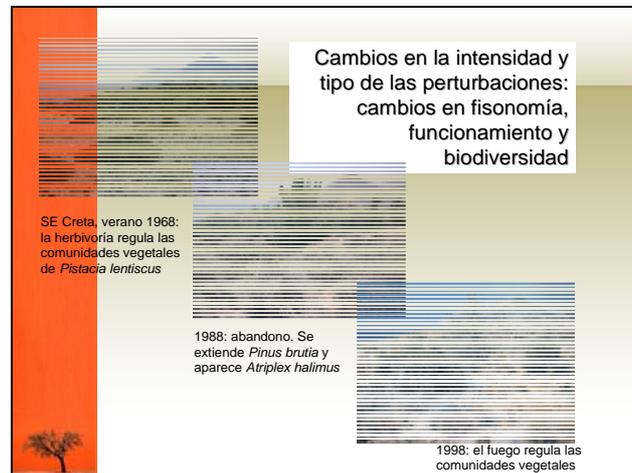
Hay muchas fotografías que cuando se recomponen a lo largo de varias décadas permiten observar **migraciones altitudinales de ecosistemas** completos. Por ejemplo en el caso del Montseny, la siguiente imagen se ven algunas hayas en los años 20, más hayas en los años 40, y ya en la actualidad, el hayedo llega hasta la cima y se extiende de forma más o menos completa.



Pero el clima no es lo único que ha cambiado. Muchas de estas zonas, sobre todo en zonas de montaña, en los últimos 40 o 50 años, han sufrido grandes **cambios en sus usos**, que deben combinarse con el clima para entender que está pasando. Lo mismo que decimos del Montseny o de Peñalara podríamos decir de tantas otras montañas donde se han registrado cambios muy importantes en la distribución altitudinal de todos los ecosistemas y de las especies que acogen.

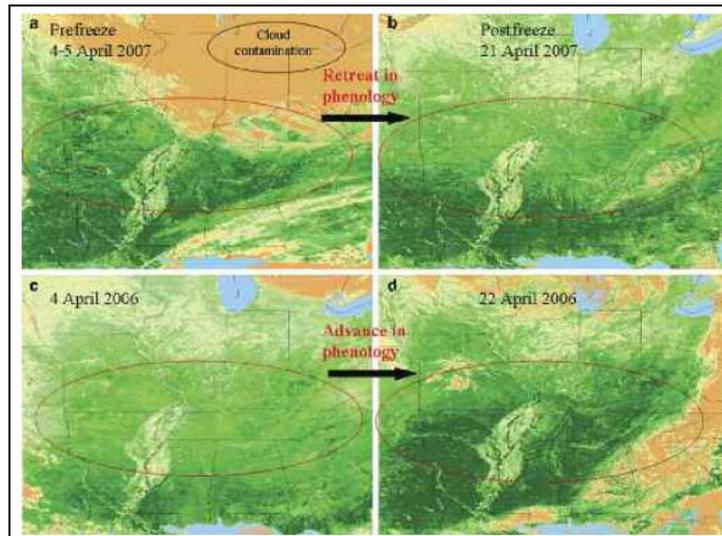
Pero cuando uno recopila estas fotografías, como las siguientes del sureste de Creta, de los años 60 a 80-90, la tentación es decir que hemos fotografiado el cambio climático. Sabemos que el clima ha cambiado y estos estudios de correlación en ocasiones pueden llegar a conclusiones un poco erróneas, porque hay que pensar que **no todo es debido al cambio climático**. Por ejemplo, en las siguientes imágenes las comunidades de arriba a la izquierda de los años 60 estaban dominados por una gran presión de ganado, había producción de queso local de gran calidad, había una carga ganadera que no existe en la actualidad y

que se fue abandonando, y a partir de los años 70 y 80 fue el fuego en realidad el que empezó a dominar y controlar el paisaje, cambiando la composición de especies. El clima estaba de fondo, indudablemente hay un vector de aridificación y calentamiento, pero no podemos achacar todo lo que se ve en estas fotografías al clima.



Es importante enfatizar esta idea de muchos factores cambiando a la vez, y enfatizar también la idea de que, si no entendemos bien el clima, la escalada de incertidumbre va creciendo. Además hay muchos aspectos del clima que cambian, no sólo cambian los promedios de temperaturas, sino que también cambia, por ejemplo, la propia **variabilidad climática**. La variabilidad climática se incrementa y eventos extremos empiezan a ser menos infrecuentes, las olas de calor, o las heladas fuera de tiempo empiezan a ser algo más frecuentes. Esto permite reconciliar opiniones y observaciones muy diversas. Es compatible encontrar calentamiento y también encontrar heladas, lo que ocurre es que tienen lugar fuera de tiempo, y es lo que las hace muy deletéreas.

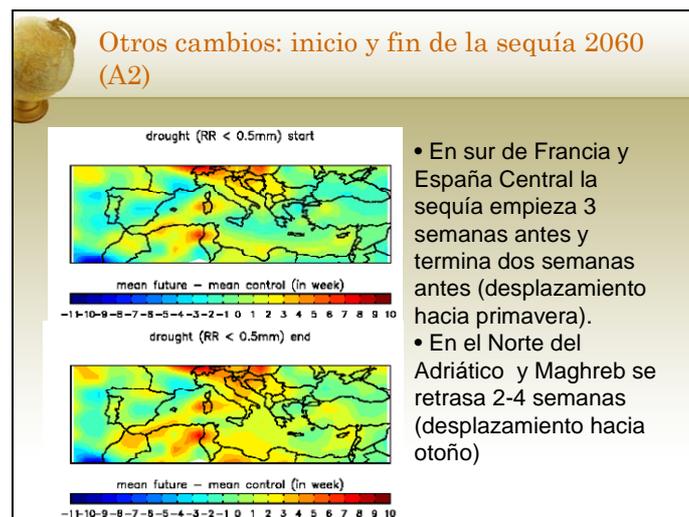
Esto es lo que se demuestra en el siguiente trabajo que se hizo en los bosques de Estados Unidos. Son fotografías satélite que vienen a mostrar, como en un año en el que la helada se produce fuera de tiempo la fenología se retrasa. En la parte superior se observa el índice de verdor en abril y en un año con un invierno muy cálido (a), y en la inferior, el mismo mes de abril en un año normal, que va lógicamente mucho más retrasado (c). Cuando la helada ocurrió a mediados de abril las formaciones forestales estaban muy desarrolladas, por lo que tiene unos efectos catastróficos, retrasa la fenología y especies muy resistentes a las heladas presentan síntomas de daño (b). Esto se observó no sólo en los bosques, sino también en los pastos y en los cultivos asociados.



*El calentamiento avanza la fenología (4-5 abril 2007)
Una helada tardía retrasa la fenología (21 abril 2007) en Norteamérica
(Gu et al 2008)*

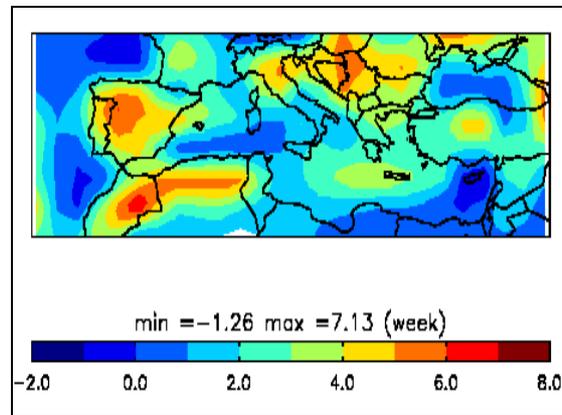
Es decir, la variabilidad del clima, los cambios en las frecuencias y en los momentos en que ocurren eventos climáticos, pueden tener efectos tan notables como los cambios en los promedios del clima.

Ocurren más cambios en el clima, por ejemplo en relación con las **sequías**. Sabemos que la Cuenca Mediterránea va a ser cada vez más seca, pero hay zonas en las que la sequía se desplaza hacia la primavera (zonas en azul en la siguiente figura), mientras que en otras se desplazan hacia el verano, donde empieza más tarde la sequía. Este cambio tiene, lógicamente, muchas implicaciones ecológicas para los ciclos biogeoquímicos, para la sincronización entre las especies, etc., pero también implicaciones económicas para la planificación de cultivos y la productividad agrícola.



Una perturbación clásica asociada al cambio climático en el ambiente mediterráneo, es el **riesgo de incendios**, es decir, el incremento de las semanas al año en las que puede haber riesgo de incendios por una combinación de sequía y calor, que en el interior de la Península puede llegar incluso a un mes en algunos escenarios.

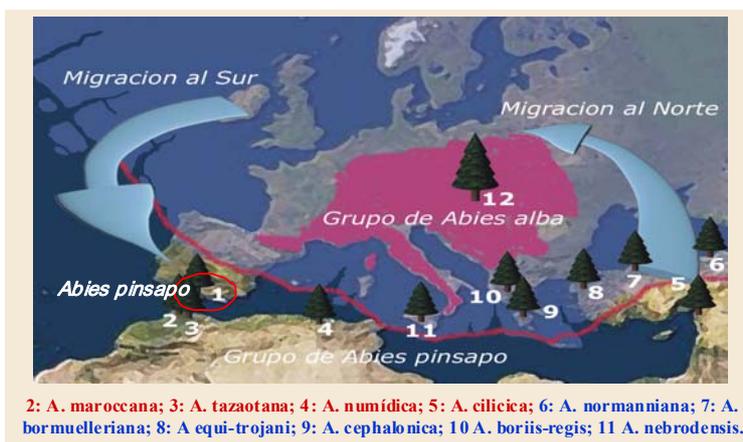
Vamos teniendo pequeños adelantos de que esto podría ser así en forma de incendios devastadores con unos tamaños y unas intensidades catastróficas. Indudablemente, una vez más, no se deben solo al clima, aunque éste lo haga más favorable, sino también a actividades negligentes o una combinación de circunstancias más allá del clima, lo que se ha ido observando año tras año en las dimensiones y el grado de las catástrofes.



Incremento en las semanas de riesgo de incendio 2060 (A2)
FWI > 15 (fire weather index) tiene en cuenta temperatura, humedad y viento.

Otro efecto curioso es que el calentamiento global beneficia a algunas especies que no nos gustan mucho. Nos gustaría que le beneficiara al lince o a otras especies en cuya conservación invertimos mucho dinero. Sin embargo, nos perjudica al **beneficiar a comensales** que nos acompañan en todo el planeta, como ratas, hormigas o cucarachas, cada vez más frecuentes en casas que antiguamente estaban libres simplemente porque hacía frío.

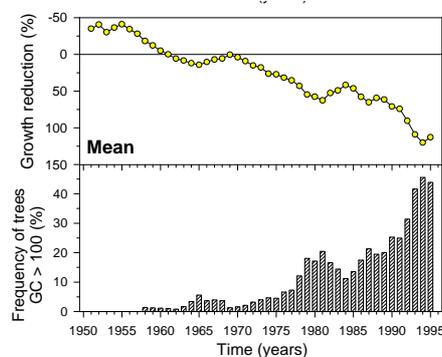
Para entender los efectos en primer lugar tendremos que aumentar la escala temporal, para ver si lo que está ocurriendo ha tenido precedentes en la historia de la tierra. En paralelo, hay que aumentar la escala espacial para entender si estos procesos tienen una escala más o menos global o son cuestión regional. Pero como ecólogos lo que tenemos que reivindicar es que, nos guste o no, **los sistemas son complejos**. Podemos simplificarlos en un microcosmos, podemos ensayarlos en un laboratorio, pero la naturaleza es complicada, y las especies interaccionan entre ellas. Esto tiene cosas buenas y cosas malas. Entre las malas se encuentra nuestra capacidad limitada para entenderlo.



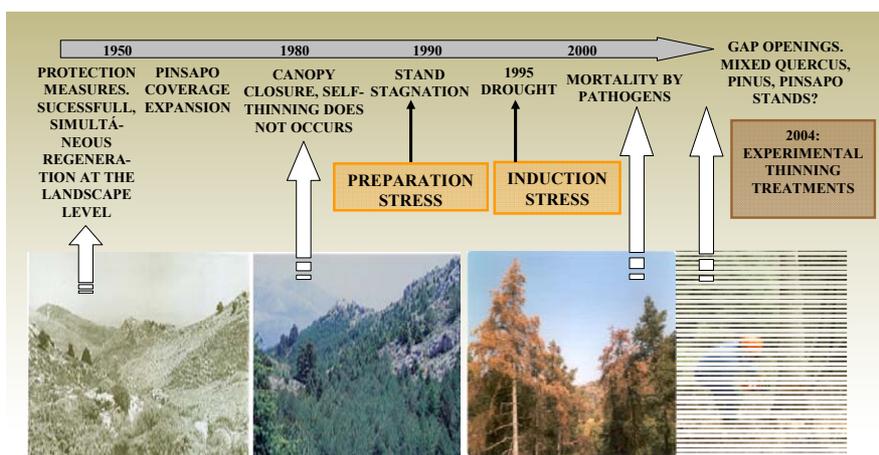
Como ejemplo encontramos el **caso del pinsapo** (*Abies pinsapo*), que es además un caso emblemático. Se trata de una especie que ha estado recluida en una zona en la que el clima ya no es el que esta especie necesita. El clima se ha vuelto muy seco, muy mediterráneo, y quedan

recluidos, tanto el pinsapo como otra serie de abetos, en las montañas entorno a la Cuenca Mediterránea. Por el contrario el abeto blanco (*Abies alba*) no tiene problemas. Sin embargo, todas las especies de abetos que tienen distribuciones mucho más limitadas están realmente en un callejón sin salida evolutiva ni geográfica.

El siguiente gráfico muestra cómo disminuye el promedio de crecimiento anual de los pinsapos de esta zona. Sequías muy intensas tienen efectos devastadores, y una vez más hay que poner en contexto el efecto del clima. En la España de los años 40, después de la Guerra Civil, se talaba todo lo que se podía quemar. Así algunos pinsapares quedaron con apenas algunos ejemplares dispersos. Con las medidas de protección que se realizaron a continuación estos pinsapares se regeneraron de forma natural, a veces ayudados, a veces simplemente por sus medios, dando lugar a unas masas muy densas, con prácticamente una sola clase de edad y con una densidad muy alta. Esto conlleva que cuando viene una sequía intensa, como la del año 95, en lugar de colapsar algunos individuos aislados, colapsa la masa en su conjunto, que ya estaba al límite hídrico y que todavía no había tenido oportunidades por sí misma de irse auto-aclarando y generando esa diversidad de clases de edad que hace que todo el bosque pueda soportar mejor un evento extremo. Esto se podría trasladar también a especies de interés comercial como el pino piñonero, sobre el que existe un modelo muy interesante y datos muy completos.



Con las medidas de protección que se realizaron a continuación estos pinsapares se regeneraron de forma natural, a veces ayudados, a veces simplemente por sus medios, dando lugar a unas masas muy densas, con prácticamente una sola clase de edad y con una densidad muy alta. Esto conlleva que cuando viene una sequía intensa, como la del año 95, en lugar de colapsar algunos individuos aislados, colapsa la masa en su conjunto, que ya estaba al límite hídrico y que todavía no había tenido oportunidades por sí misma de irse auto-aclarando y generando esa diversidad de clases de edad que hace que todo el bosque pueda soportar mejor un evento extremo. Esto se podría trasladar también a especies de interés comercial como el pino piñonero, sobre el que existe un modelo muy interesante y datos muy completos.

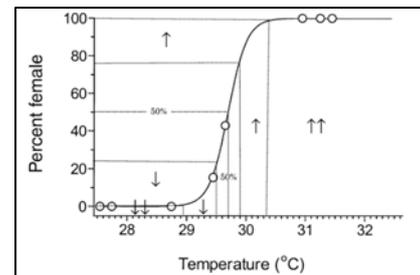


J.A. Carreira

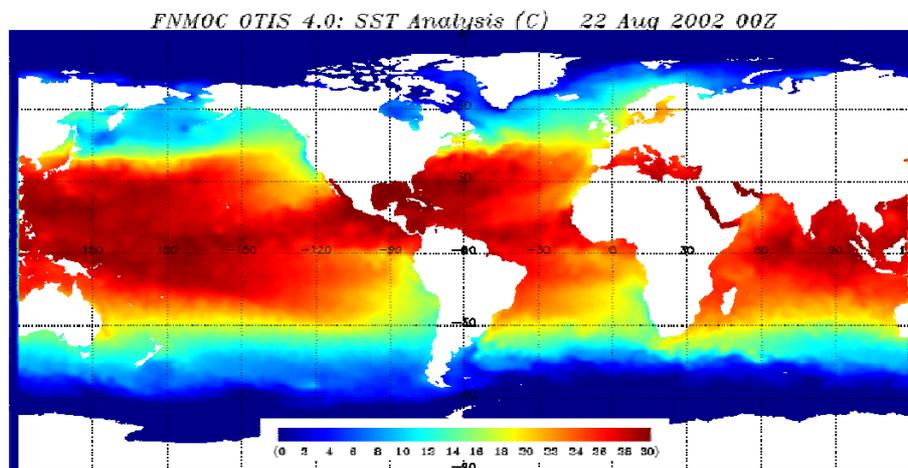
A continuación se ilustra el caso de los **efectos del cambio climático sobre algunas especies**, a modo de ejemplo. La biodiversidad está compuesta de organismos muy distintos, y parece que todo se combina en contra de algunos organismos.

Los **reptiles**, al no controlar su temperatura, son muy sensibles a la temperatura del aire y su actividad depende directamente de ella. En primer lugar, muchos reptiles tienen una movilidad geográfica muy reducida, con lo cual, la fragmentación del territorio limita su capacidad para encontrar micro-hábitats que tengan un clima adecuado para ellos. Pero además, la biología reproductiva de estos organismos, a través de unos huevos que son muy permeables y que no tienen la cáscara dura como los de ave, hace que la desecación del suelo comprometa el desarrollo de los embriones, de tal forma que tenemos otro efecto adicional del clima sobre los reptiles. Se está observando en muchas poblaciones de camaleón y de lagartos y lagartijas en el sur de España mortandades de hasta el 100 % de la población, ya que también hay que añadir el hecho de que los huevos que producen estos reptiles se convierten en una recompensa hídrica, es decir, no sólo alimentan y aportan nutrientes de distintos tipos, sino que son ricos en agua, y cuando se aridifica el clima, se convierten en un alimento que para animales oportunistas tiene doble valor, no sólo alimenta, sino que aporta agua. Por lo tanto animales que normalmente no comían huevos empiezan a hacerlo, predando intensamente esas poblaciones.

Yendo más allá, podemos analizar el caso de muchos reptiles cuyo sexo no está determinado genéticamente, sino que lo determina la temperatura. Por ejemplo, en las tortugas apenas medio grado de diferencia en la temperatura de la arena donde ponen los huevos, hace que toda la población pase a ser hembra (gráfica de la derecha), imposibilitando su pervivencia futura. En



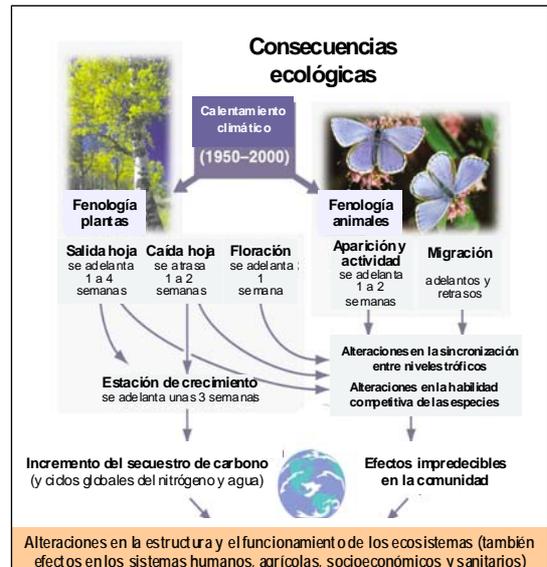
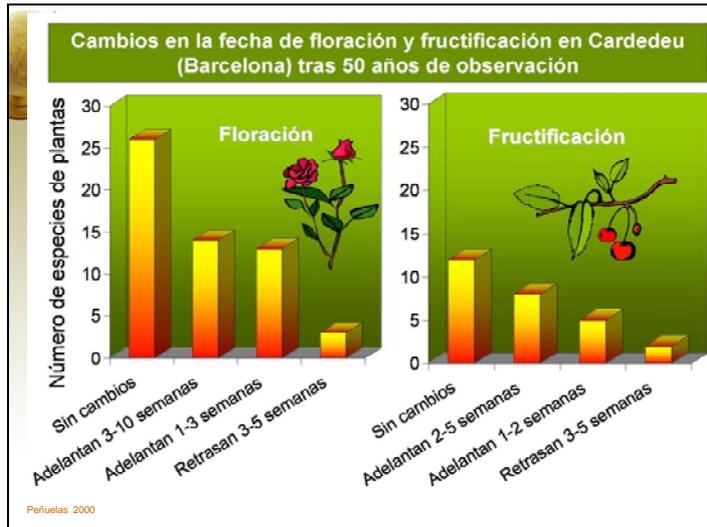
la imagen adjunta se muestran los rangos de temperatura que se detectan en las arenas de muchos sitios de la Tierra. Además, las playas mediterráneas se destinan ahora a otros muchos más usos que la reproducción de tortugas, pero las tortugas son muy fieles al lugar donde nacieron, con lo cual vuelven a la misma playa 20 o 30 años después y se encuentran con que ahora tienen una estupenda instalación turística.



Hay otros organismos con mayor movilidad que pueden buscar micro-hábitats, por ejemplo las **aves** y las **mariposas**. Un estudio a largo plazo en la Sierra de Guadarrama, mostró como 16 especies de mariposas se movían buscando estos hábitats. El calentamiento observado en 30 años ha conllevado una elevación de las poblaciones de estas 16 especies, que ahora se encuentran en promedio a una altitud 200 m superior. El problema es que, simplemente por la forma que tienen las montañas, subir 200 m de altitud implica quedar confinadas en un área un tercio más pequeña.



Las **plantas** no pueden migrar, pero pueden aclimatarse y responder al cambio ambiental. Por ejemplo, pueden cambiar los ritmos fenológicos, como se muestra en observaciones ya clásicas sobre el almendro y sobre tantas floraciones y fructificaciones de especies, tanto de interés agronómico como especies naturales. El siguiente gráfico, de un estudio a largo plazo de más de 50 años de observación, ilustra que no todas las especies responden igual: hay especies que adelantan mucho la floración y/o la fructificación, del orden de un mes, otras la adelantan solamente un par de semanas, etc. Este hecho de que no todas las especies respondan igual tiene mucha importancia si recordamos la idea de que las especies no están solas, que se necesitan unas a otras, que unas tienen que coordinarse con otras, y si no todas responden igual, si unas se adelantan dos semanas y otras cuatro, empiezan los problemas.



Peñuelas & Filella. 2001

Es decir, nos encontramos ante grandes **consecuencias ecológicas** que son un poco inciertas cuando unas especies responden al cambio climático y otras no tanto, dado que existe una interdependencia entre ellas.

En el **caso del oso**, la mayor frecuencia actual en la ruptura de su hibernación no depende tanto de que los inviernos sean especialmente cálidos, sino de lo mal que hayan comido en otoño. El haber comido mal hace que tengan hambre en la mitad de su hibernación y salgan a buscar comida en pleno invierno. De forma que tenemos un efecto sobre la actividad del oso que en realidad es indirecto, es mediado a través de las plantas que le sirven de alimento.

Un mensaje interesante se desprende de algunas investigaciones recientes sobre interacciones entre organismos que revelan que las **relaciones** son **asimétricas**. Esto quiere decir que hay especies que necesitan mucho a otras, mientras que para otras esta relación es indiferente. Esta asimetría en las relaciones podría tener ventajas en un escenario cambiante, tanto de clima como de otros factores ambientales, porque una especie muy vulnerable no arrastraría necesariamente a otras, y la estructura en conjunto de la biodiversidad de una zona podría tener más capacidad para tolerar estos cambios. Hay simulaciones muy interesantes, por ejemplo sobre la introducción del lobo en Yellowstone indicando como la introducción del lobo permite atenuar los efectos negativos el cambio climático.

El corolario de las interacciones complejas es que un ecosistema rico en especies y con interacciones tiene muchas más posibilidades de tolerar el cambio climático o cualquier cambio ambiental importante, que un sistema empobrecido, tanto en especies como en interacciones.

Para acabar quería reflexionar sobre **nuestra propia especie**. Realmente el ser humano, es otra especie más. El origen de los humanos se debe a grandes cambios climáticos, a fronteras evolutivas ante climas nuevos, y estamos mucho más condicionados por el clima de lo que muchas veces pensamos. No sólo decide el clima si cogemos o no el paraguas, sino que muchas de nuestras actividades, no

solamente económicas y del día a día, dependen en gran medida del clima a pesar de la tecnología que tenemos.

Nos cuesta creer que seamos una especie más, desde luego tenemos comportamientos que nos permiten pensar que somos diferentes, pero lo que estamos haciendo con el medio ambiente tiene unas grandes repercusiones sobre nosotros mismos y sobre la biodiversidad, no sólo genética de la propia especie, sino también sobre la diversidad cultural.

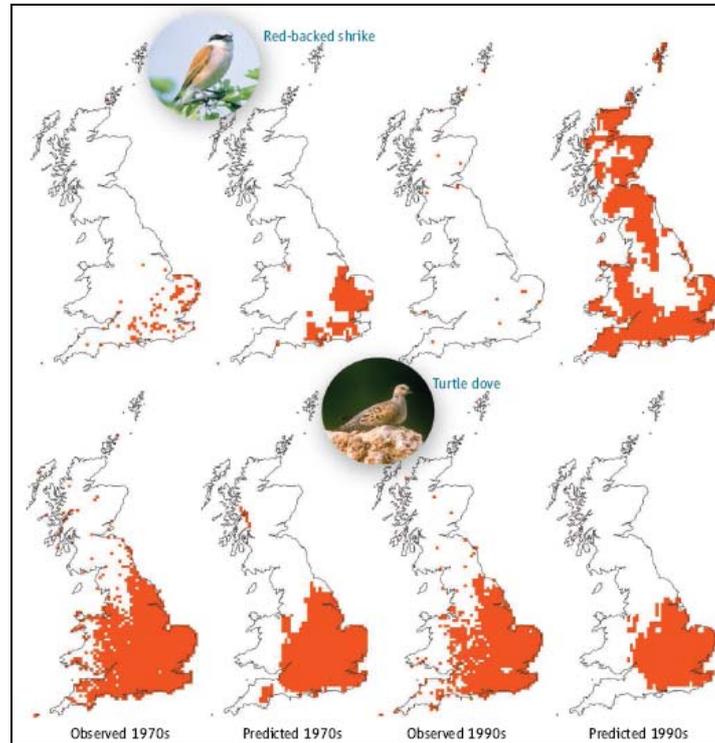
Hemos hablado de **refugiados climáticos** como el pinsapo, y existen muchos ejemplos más. Estamos acostumbrados a oír hablar de este tipo de refugiados climáticos, pero nuestra propia especie es una de las que actualmente busca más refugio por razones climáticas. De hecho más del 60% de los movimientos migratorios de nuestra propia especie en la actualidad son por desastres naturales, y muchos de ellos se han acentuado por el cambio climático. Sin embargo, Naciones Unidas no reconoce aún el estatus de refugiado climático.



Como última reflexión, sugiero que se desconfíe de los científicos que no muestren los **límites del conocimiento**. Estos modelos de distribución de las especies en un escenario futuro son unas líneas de investigación muy interesantes que proveen de muchas hipótesis para la gestión de los recursos naturales y para estudiar cómo va a evolucionar la biodiversidad, pero sin embargo, tienen muchas limitaciones. Se apoyan sobre un desconocimiento, muchas veces de la biología o ecología de algunas especies. En ocasiones los modelos funcionan, pero algunos autores, como el grupo de Araujo del Museo de Ciencias Naturales, reconocen que también tienen fallos notables.

Hay casos en que los modelos se estudian de forma retrospectiva y se analiza si serían capaces de explicar cambios en la distribución de una especie en los últimos años. En el siguiente caso (figura de la derecha), para la tórtola se obtuvieron

datos congruentes y, sin embargo, en el caso del alcaudón, las predicciones no fueron acertadas. Como puede verse en el mapa de la derecha inferior, el cambio climático en este modelo propondría una gran extensión del alcaudón que no coincide para nada con lo que se está observando. Es decir, hay mucha imprecisión todavía en el conocimiento de algunas de estas especies, para simular como les irá en el futuro, pero esto no significa que estos modelos no sean una buena herramienta.



Araujo & Rahbek. Science 2006

Como **conclusiones**, me atrevo a exponer tres que me parecen las que mejor sintetizan lo que he venido contando:

1. Reconocer la influencia que tenemos como especie en el funcionamiento de los ecosistemas y en los niveles de biodiversidad.
2. El cambio climático no actúa solo, actúa siempre en combinación con otros factores que son tanto o más importantes que el cambio climático, aunque el cambio climático se va convirtiendo cada vez en un motor más importante.
3. La novedad del cambio climático actual es que nuestra especie es a la vez causante y sufridora de las consecuencias.



Fernando Valladares

Profesor de Investigación del Departamento de Fisiología y Ecología Vegetal en el Instituto de Recursos Naturales, Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC.
Profesor Asociado de la Universidad Rey Juan Carlos (Madrid).

Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Complutense de Madrid recibió el Premio Extraordinario de licenciatura de la UCM y la calificación de apto Cum Laude por unanimidad. Premio extraordinario de la UCM por su tesis doctoral "*Estructura y propiedades físicas del talo liquénico en la familia Umbilicariaceae*".

Su actividad profesional y de investigación es extensísima. Ha participado en más de un centenar de publicaciones para revistas internacionales y nacionales, es autor o coautor de más de una treintena de libros, ha participado en publicaciones de divulgación y como investigador principal en Proyectos y Convenios de Investigación. Actualmente es Investigador Principal del Proyecto de Investigación "*Procesos ecofisiológicos que limitan la capacidad de especies leñosas mediterráneas de responder al cambio climático*" 2007-2009 (Ministerio de Educación y Ciencia) y del Proyecto de Investigación "*Global change and plant-generated volatile organic compounds*", proyecto Conjunto CSIC-Academia de Ciencias de Estonia.

Algunos de los últimos títulos relacionados con el seminario son:

VALLADARES, F. 2008. *A mechanistic view of the capacity of forests to cope with climate change*. En: F. Bravo, V. Le May, R. Jandl, Klaus von Gadow (Eds.), *Managing Forest Ecosystems: the challenge of climate change*. Springer Verlag, Berlin. Pp: 15-40.

DUARTE, C. M., S. ALONSO, G. BENITO, J. DACHS, C. MONTES, M. P. BUENDÍA, A. F. RÍOS, R.SIMÓ, AND F. **VALLADARES**. 2007. *Cambio global: impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. CSIC, Madrid. 167 pp (libro).

EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS PESQUERÍAS

Ana Sabatés Freijo

Investigadora científica en el Departamento de Recursos Marinos Renovables del Institut de Ciències del Mar, CSIC



Es evidente que nuestro planeta está sufriendo importantes cambios durante este último siglo; **¿cuáles son las principales manifestaciones de estos cambios en los ecosistemas marinos?:**

- Incremento en la temperatura del mar.
- Disminución de las precipitaciones y descarga de aportes continentales. Las variaciones en temperatura y salinidad originan, a su vez,

cambios en los patrones de corrientes.

- Aumento en el nivel del mar.
- Cambio en el pH debido a la acidificación de los océanos debido a una mayor absorción de CO₂ por parte del océano.

Durante la charla me voy a centrar básicamente en los dos primeros efectos ya que son los que más inciden directamente sobre la biología de los peces.

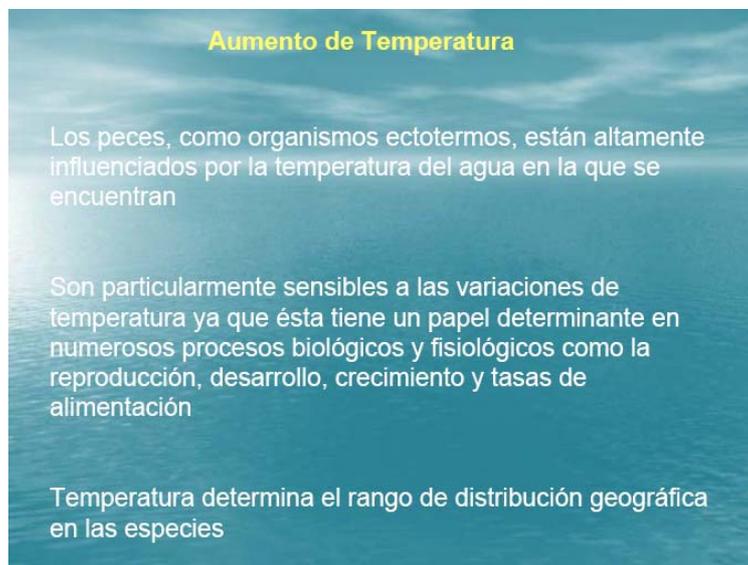
De forma muy rápida, ¿cuáles son las principales características de las poblaciones marinas, en concreto de los peces, que las diferenciaría de las poblaciones terrestres y que, probablemente, las hace más vulnerables al cambio climático? Debemos considerar que los peces tienen una fase planctónica dispersiva. Se reproducen por huevos, que en la mayoría de especies son expulsados al mar por las hembras, son fecundados en el medio y a los pocos días nace una larva que tiene escasos milímetros. La mortalidad en estas primeras fases larvarias, durante las cuales forman parte del zooplancton, es muy elevada. Aproximadamente, de cada mil huevos que son expulsados por una hembra, solamente uno llega a reclutarse a la fase adulta. En consecuencia, en estas primeras fases los peces son muy sensibles a cualquier perturbación ambiental.

Características de las poblaciones marinas

- Fase planctónica dispersiva
- Elevada fecundidad
- Poblaciones presentan elevadas fluctuaciones
- El mar presenta pocas fronteras físicas

Debida a esta alta mortalidad, y que sólo una pequeñísima parte llegan a reclutarse a la fase adulta, las poblaciones de peces presentan de forma natural grandes fluctuaciones de abundancia año tras año. Además, las escasas fronteras físicas del medio marino, permiten una mayor movilidad o migración de las especies.

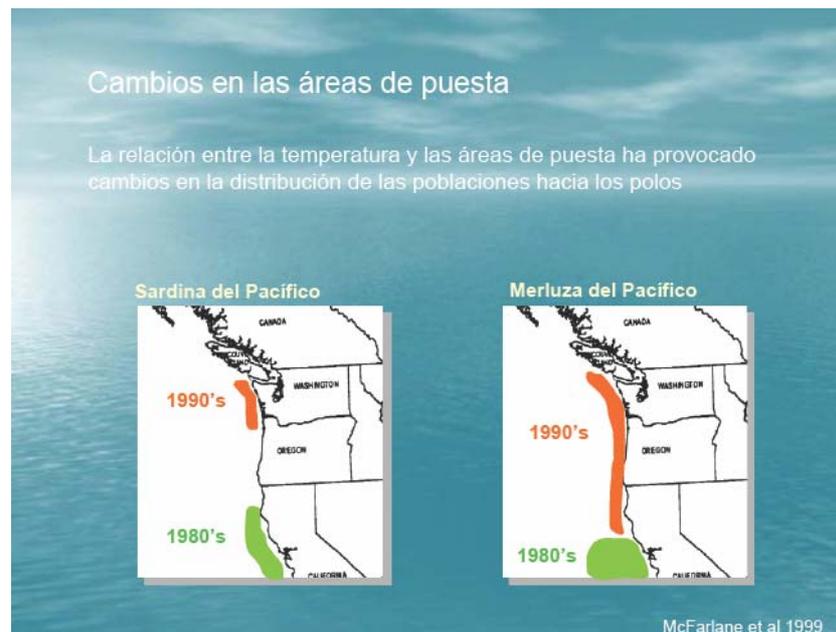
Los peces son organismos ectotermos, es decir, no regular su temperatura corporal y están muy influenciados por la temperatura de la masa de agua en la que se encuentran. Por ello, son particularmente sensibles a las variaciones de temperatura, ya que la temperatura tiene un papel determinante en numerosos procesos biológicos, como es la reproducción, las tasas de alimentación y el crecimiento. Además, la temperatura determina el rango de distribución de una especie. Sabemos que las distintas especies que habitan en el mar se distribuyen en determinadas latitudes acordes con los rangos de temperatura. Por ejemplo, el **bacalao**, especie característica de aguas frías, se localiza principalmente en el extremo norte del Atlántico, el **salmonete**, especie de aguas templadas, es muy abundante en el Mediterráneo, en las costas españolas, sur de Francia y en el Atlántico norte. En el caso de la seriola, peces tropicales estos habitan en las áreas más cálidas.



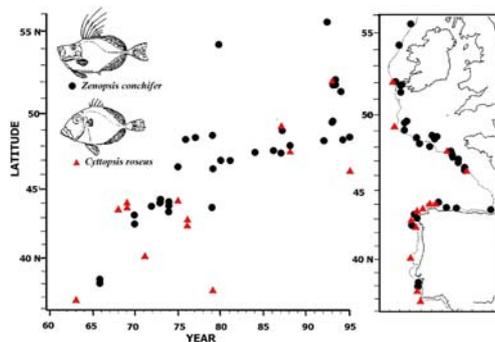
Por tanto, a priori, el efecto más inmediato del calentamiento global en la **ictiofauna**, serán variaciones de estos rangos o límites de distribución de las especies. En el hemisferio norte, especies de aguas cálidas incrementan su abundancia o se detectan en zonas más al norte de sus límites habituales de distribución. Lógicamente, aquellas poblaciones que están localizadas en los límites de su área de distribución geográfica serán las más sensibles a estos cambios de temperatura. En la figura se muestra la distribución del bacalao. Se observa el límite norte de su distribución en 1960, y como en 2001 su distribución se había extendido hacia el norte ya que el incremento de temperatura del agua de mar, permite la colonización de áreas más septentrionales.

Se han detectado, también, cambios en las áreas de reproducción de las especies. Ello es particularmente importante ya que, como comentábamos antes, las larvas de peces son muy sensibles a cambios ambientales. En esta imagen, a la izquierda, vemos las áreas de puesta de la sardina del pacífico. En los 80, las áreas de puesta se limitaban a la zona de California y en los años 90 la puesta se extendía más

hacia el norte, en la frontera con Canadá. Una situación similar se ha observado también en la merluza del Pacífico.



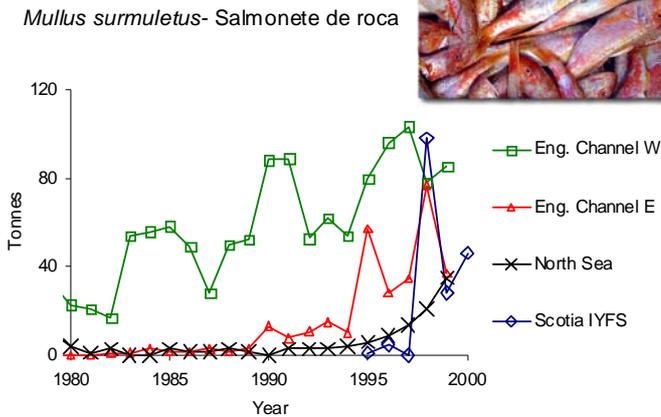
Cambios en la distribución y biodiversidad



Quero et al., 1998

Los cambios en la distribución comportan, a su vez, cambios en la diversidad. En la figura se muestra la distribución latitudinal de dos especies de aguas cálidas a lo largo del tiempo. Se observa que esta distribución se va extendiendo progresivamente hacia el norte.

Cambios en las pesquerías



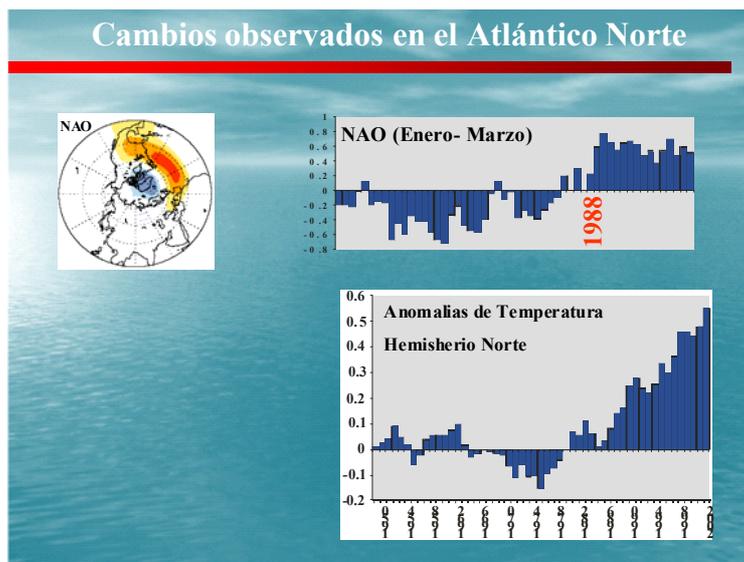
¿Qué está pasando en determinadas áreas, por ejemplo, el Atlántico norte?

Vemos que determinadas especies que antes no estaban presentes en el área y, por tanto, no formaban parte de sus pesquerías, en la actualidad se están pescando. Por ejemplo, en la figura se observa un incremento importante de las capturas de una especie de gádido, similar a la merluza, desde

los años 80.

El salmonete, es un caso particularmente interesante. Esta es una especie de aguas templadas y, tradicionalmente, era una especie rara o muy poco frecuente en el Mar del Norte. En la actualidad, es una especie que ya forma parte de la pesquería comercial. Lo mismo está pasando también con la anchoa. Incluso se ha observado su reproducción en el Báltico y en el Atlántico Norte, áreas en las que hace unos años la especie no estaba presente.

En la figura se presentan las anomalías de temperatura en el Atlántico Norte. Desde los años 80 se están registrando anomalías positivas en relación con un periodo de anomalías también positivas del índice NAO. En relación a estos cambios se observan, a su vez, cambios en la abundancia del zooplancton. **¿Por qué es importante el zooplancton?** El zooplancton constituye el alimento de las larvas de peces y también de algunos peces en estado adulto, como sardina, anchoa o jurel.



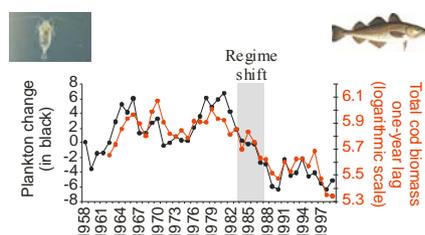
Desde finales de los años 50 hasta la actualidad, se ha observado un aumento en la abundancia de especies de copépodos de aguas cálidas. Además, su distribución se

extiende hacia latitudes más altas. En el caso de las especies de aguas más frías, su distribución está prácticamente confinada a los polos.

En la figura se observa la disminución en la abundancia de *Calanus finmarchicus*, la especie tradicionalmente dominante en el Atlántico Norte, y su sustitución por *Calanus helgolandicus*, especie de aguas templadas.

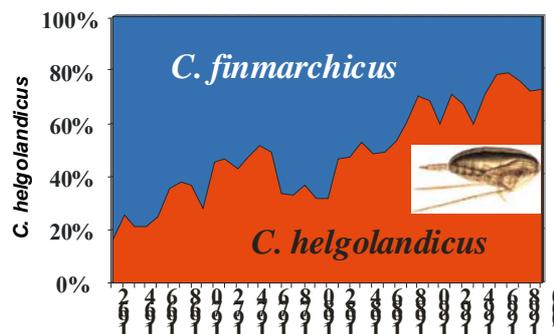
¿Por qué son importantes estos cambios en el zooplancton? La biomasa de bacalao ha descendido considerablemente en los últimos años. En principio, obviamente, ello se debe a una sobreexplotación del recurso. No obstante, hace ya bastantes años que la pesquería se cerró o las cuotas disminuyeron y la especie no se recupera. Los investigadores barajan hipótesis alternativas a esta no recuperación del stock. Podemos pensar que porque se cierra la pesquería el stock volverá a la situación inicial, pero no necesariamente tiene que ser así ya que las condiciones ambientales han cambiado. Lo que muestra esta gráfica, en negro, es la disminución de *Calanus finmarchicus*, la especie tradicionalmente dominante en el Atlántico Norte. Este descenso va en paralelo a la disminución de la biomasa del bacalao (en rojo) un año más tarde.

Cambios en la composición y abundancia del plancton y biomasa de bacalao



Beaugrand et al. (2003)

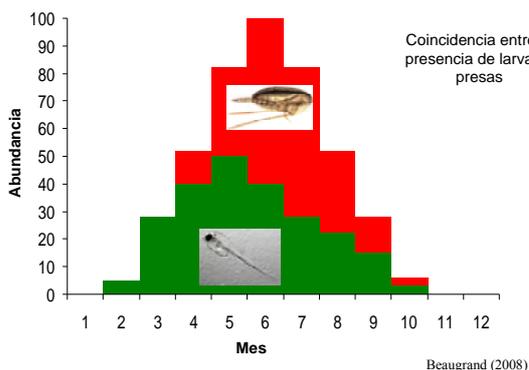
Cambios en la abundancia de especies de copépodos en el mar del Norte



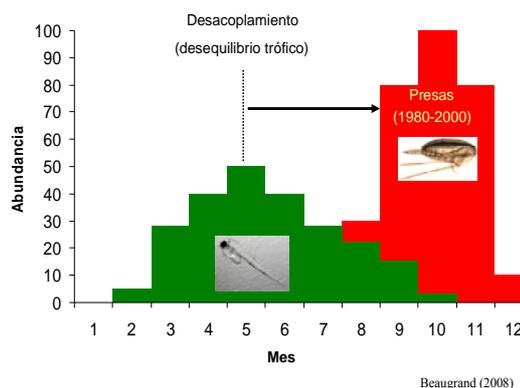
Reid et al. (2003)

En la imagen se observa que durante el período 60 a 79, en el que las capturas de bacalao eran elevadas, el período reproductor del bacalao (en verde) se extendía de marzo a septiembre, con un pico en mayo. El copépodo *Calanus finmarchicus* (en rojo), alimento de las larvas de bacalao, se localizaba en el plancton de abril a septiembre. Hay por tanto un solapamiento, espacial y temporal, entre la presencia de larvas de bacalao y su alimento en el plancton. No obstante, a partir de los años 90 hasta la actualidad, la sustitución de *Calanus finmarchicus* por la especie de aguas cálidas *Calanus helgolandicus* y que ésta aparece más tarde en el plancton, de septiembre a noviembre, hace que exista un desfase entre la liberación de las larvas de bacalao al medio y la presencia de sus presas. Ello comportará una mortalidad más elevada o un menor crecimiento de las larvas de bacalao.

Régimen térmico frío en el Mar del Norte (1960-1979)



Régimen térmico más suave en el Mar del Norte (1990-2005)



¿Que pasa en el Mediterráneo? El Mediterráneo está situado en la zona templada y es un mar semicerrado, oligotrófico, relativamente pobre. El Mediterráneo alberga numerosas especies de peces. La mayor diversidad específica la encontramos en la cuenca occidental ya que en esta zona coexisten tanto especies de hábitats relativamente fríos (Golfo de León, mar Lígur, Adriático), junto con especies de hábitats cálidos o tropicales, especialmente en el Mediterráneo sur. De ahí, el gradiente de diversidad de la cuenca occidental a la cuenca oriental del Mediterráneo.

Cambios observados en el Mediterráneo

Región templada
Mar semicerrado conecta tres continentes
Mar oligotrófico

Peces presentes en el Mediterráneo: 575 especies (1)

5,6 % especies de peces en todos los océanos
0,82 % superficie océanos
0,32 % volumen océanos

- historia geológica en los últimos 5 m de años
- variedad de situaciones climáticas y oceanográficas

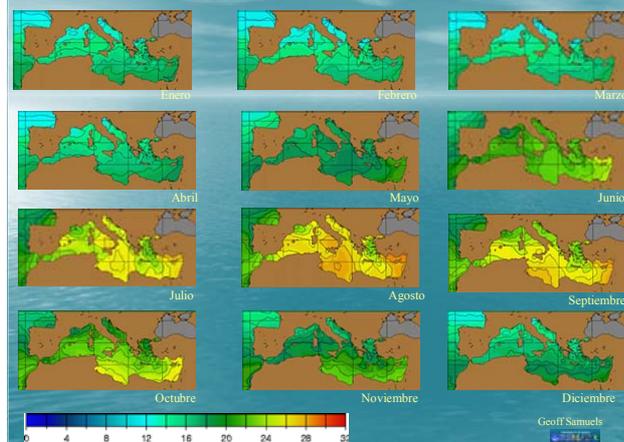
Presencia de especies atlánticas de origen boreal y especies tropicales

(1) Quignard y Tomasini (2000)

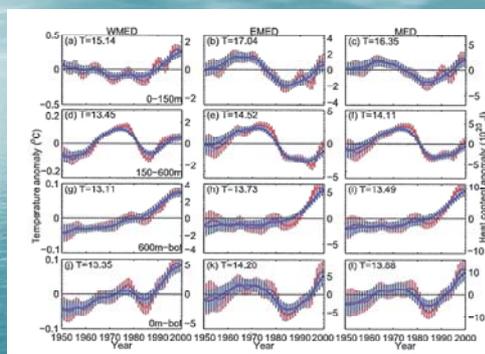
En la figura se observa la distribución de temperatura superficial en distintos meses del año, donde se aprecia la pauta antes mencionada.

En las gráficas se observa el aumento de temperatura en el Mediterráneo occidental, Mediterráneo oriental y conjunto del Mediterráneo en los últimos 100 años. El incremento de temperatura es evidente no sólo en las capas más superficiales, sino también en profundidad. ¿Cuáles son las consecuencias de este calentamiento? Cambios en la composición de las comunidades, incremento de especies de aguas cálidas en este sector noroccidental, más frío, y en contrapartida un descenso o desaparición de especies boreales o de aguas frías que antes se localizaban en estas aguas frías del Mediterráneo norte.

Temperatura mensual en superficie (promedio 1985-1995)



Aumento de Temperatura del Mediterráneo



Rixen et al. 2005

Mediterráneo Noroccidental

Cambios en la composición faunística de las comunidades

Incremento de especies de aguas cálidas en el sector Noroccidental (1, 2, 3)

Aumento de abundancia

Presencia de especies desconocidas en el área

Descenso o desaparición de especies boreales (1)

(1) Francour et al. 1994; (2) Astraldi et al. 1995; (3) Bianchi and Morri 2000

Thalassoma pavo



Otros ejemplos similares

Diplodus cervinus

Sphyræna sphyraena

Solea senegalensis,

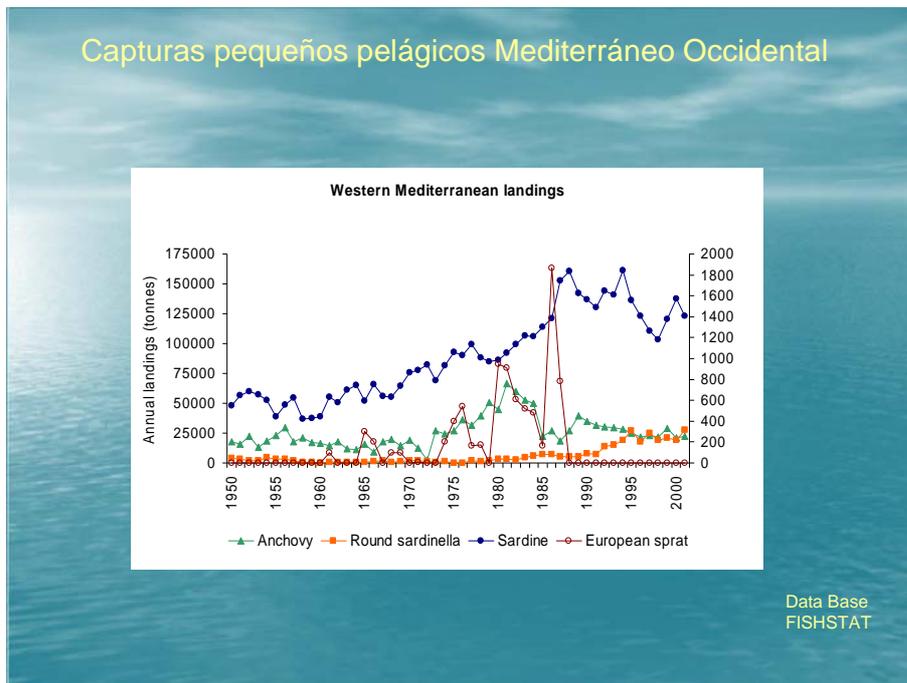
Son varios los ejemplos de especies de hábitats cálidos que tradicionalmente se localizaban en el Mediterráneo sur y oriental y en la actualidad ya se encuentran en el Mediterráneo norte: *Thalassoma pavo*, *Diplodus cervinus*, *Pomatomus saltatrix*, *Sardinella aurita*. El mero, *Epinephelus marginatus*, es además capaz de reproducirse en el Mediterráneo norte.

Un dato interesante es el de la alacha, *Sardinella aurita*, que es una especie pelágica, muy parecida a la sardina o a la anchoa. Es una especie tropical y que,

tradicionalmente, su distribución en el Mediterráneo se limitaba al sur y a la cuenca oriental.



¿Que estamos viendo? En estos últimos años, desde finales de los 80, la abundancia de la especie está incrementando en el Mediterráneo occidental y su distribución se extiende hacia el norte.

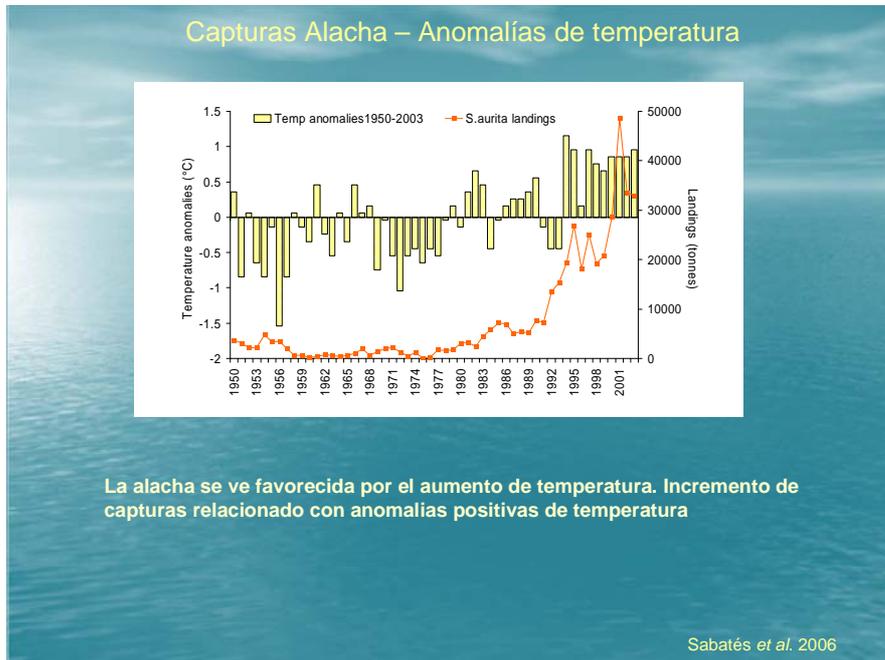


En la figura se muestran las capturas de las especies de pequeños pelágicos en el Mediterráneo occidental. La sardina y la anchoa son las especies más abundantes. El espadín es una especie de aguas más frías, y se observa como antes de los

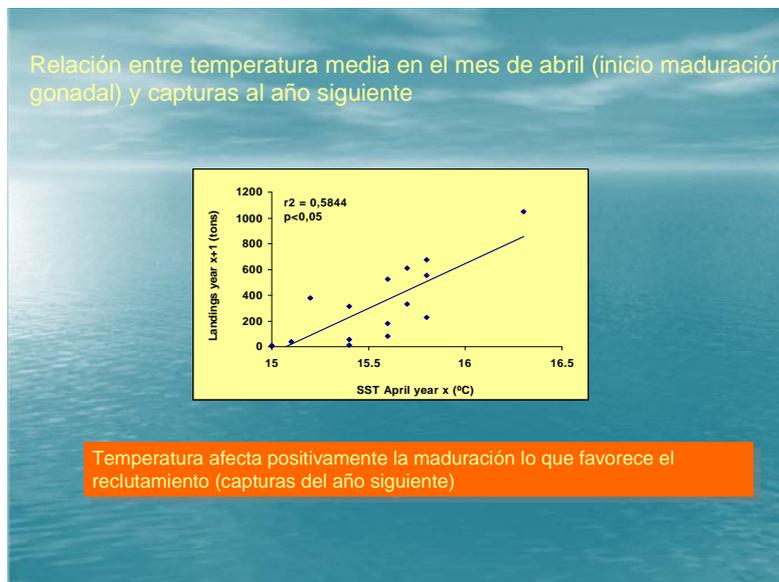
años 80 se capturaba por la flota comercial. No obstante, a partir de este período la especie ha desaparecido de las capturas y sólo queda algún reducto de la población en el Adriático y Golfo de León, las zonas más frías del Mediterráneo.

En coincidencia con la desaparición del espadín de la flota comercial, se observa un incremento en la captura alacha, *Sardinella aurita*. Esta es una especie tropical que, tradicionalmente, su distribución se limitaba, al Mediterráneo sur y

Mediterráneo oriental, donde las temperaturas son elevadas. Los estudios señalan que la abundancia de esta especie está incrementando en la cuenca occidental y se está extendiendo hacia el norte de la península ibérica.



En la figura se muestra el incremento de las capturas de alacha en el Mediterráneo occidental, (en naranja) en relación con el período de anomalías positivas de temperatura.

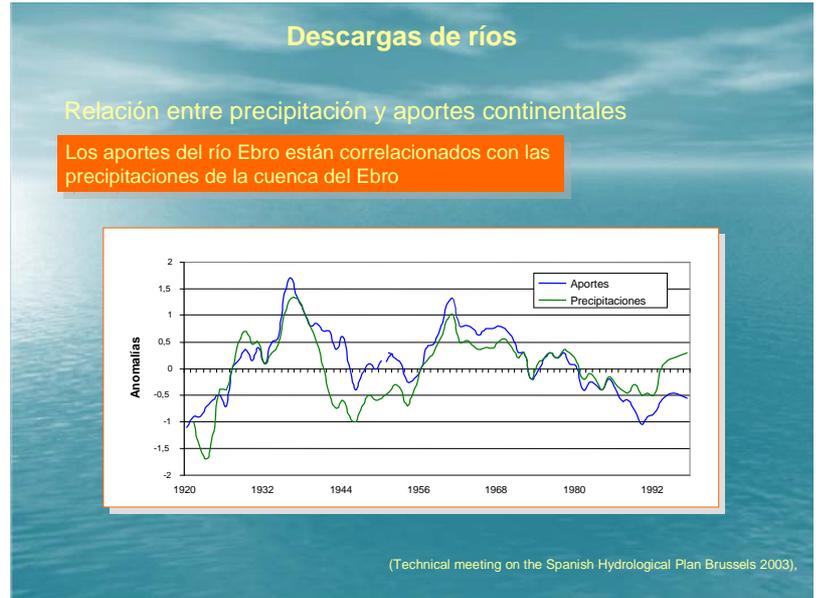


Se ha observado, además, una clara relación entre la temperatura en el mes de abril, inicio de la maduración gonadal de la especie y la abundancia de ésta al siguiente año. Es decir, la temperatura afecta positivamente la maduración de la especie y los años en los que la temperatura superficial del mar es más elevada, en

particular el mes de abril, se corresponden con capturas también más altas al siguiente año. Además, si comparamos la distribución de las larvas de alacha a lo largo de la costa Catalana, con la detectada 20 años antes, observamos que su abundancia ha incrementado sensiblemente. La presencia de larvas en la zona indica que la especie es capaz de reproducirse en sus nuevas áreas de distribución.

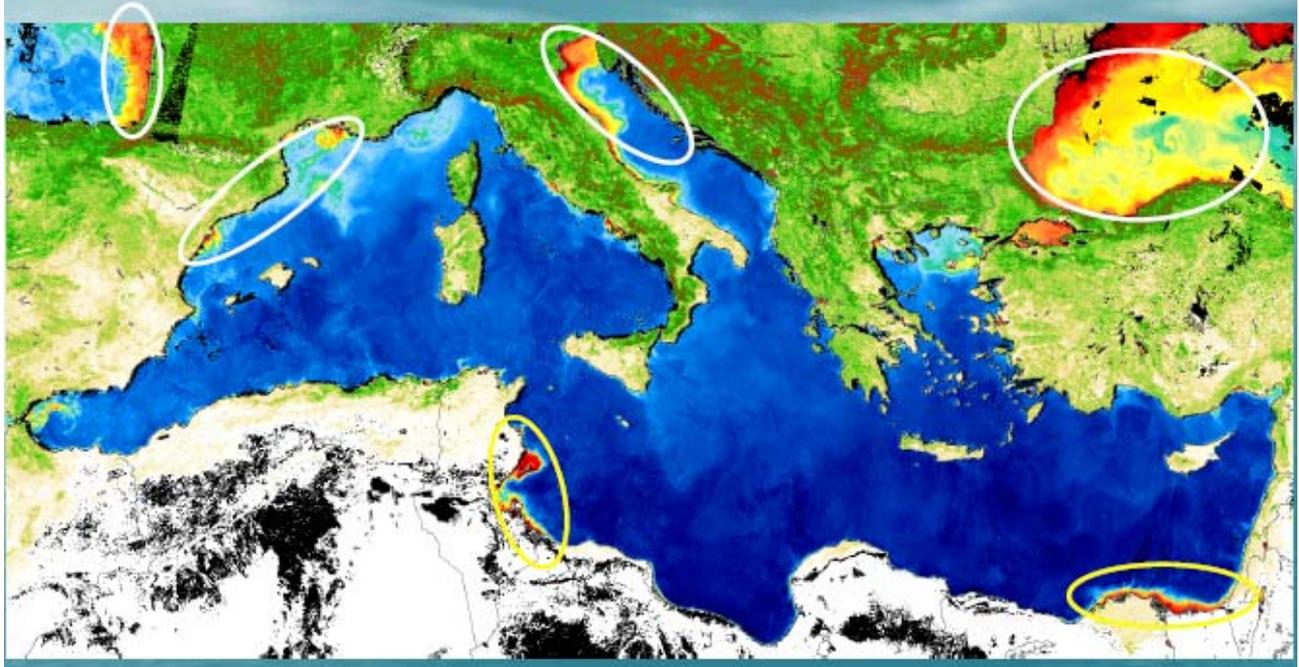


En relación a los aportes de aguas continentales, la figura muestra la relación entre los aportes del río Ebro y las precipitaciones en la cuenca del Ebro. Vemos que hay una buena correlación y, además, se observa una disminución de los caudales en estos últimos años. Es importante destacar que las zonas influenciadas por los aportes continentales son especialmente productivas a nivel superficial. Es decir se encuentran en superficie importantes concentraciones de nutrientes, fitoplancton y zooplancton.



Es importante mencionar que durante el verano, hay una termoclina muy bien establecida y toda la producción planctónica se localiza por debajo. La mayor abundancia de fitoplancton y zooplancton se localizan alrededor de los 60 m de profundidad ya que en superficie los nutrientes se han agotado y la termoclina no permite la mezcla de la columna de agua. Por tanto, sólo en las zonas influenciadas por los aportes continentales se encuentran elevadas concentraciones de fitoplancton y zooplancton en superficie. En consecuencia, estas áreas son particularmente importantes para la reproducción y alimentación de numerosas especies de peces.

Elevada producción primaria en zonas de influencia continental



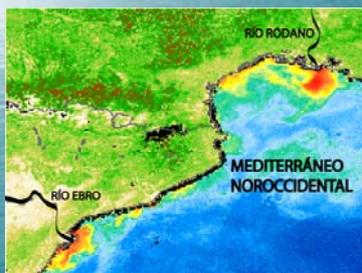
En la imagen de satélite se observa la elevada concentración de Clorofila en las zonas próximas a las desembocaduras de los ríos.

En la figura se indican las principales áreas de reproducción de la anchoa. Se observa que las mayores abundancias de huevos se localizan frente a las desembocaduras de los dos grandes ríos de la zona, en relación a la mayor producción. Estas zonas proporcionan mas alimento tanto para las larvas como para los adultos.

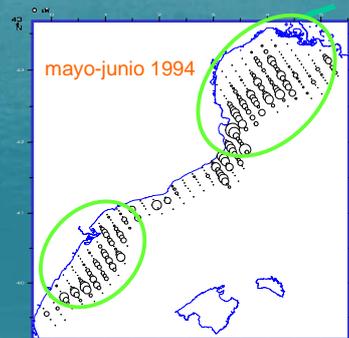
El caso de la anchoa, *Engraulis encrasicolus*

Áreas de puesta asociadas a zonas de influencia continental, Ebro y Ródano

En primavera-verano, aguas de origen continental constituyen el único mecanismo de fertilización de las aguas superficiales



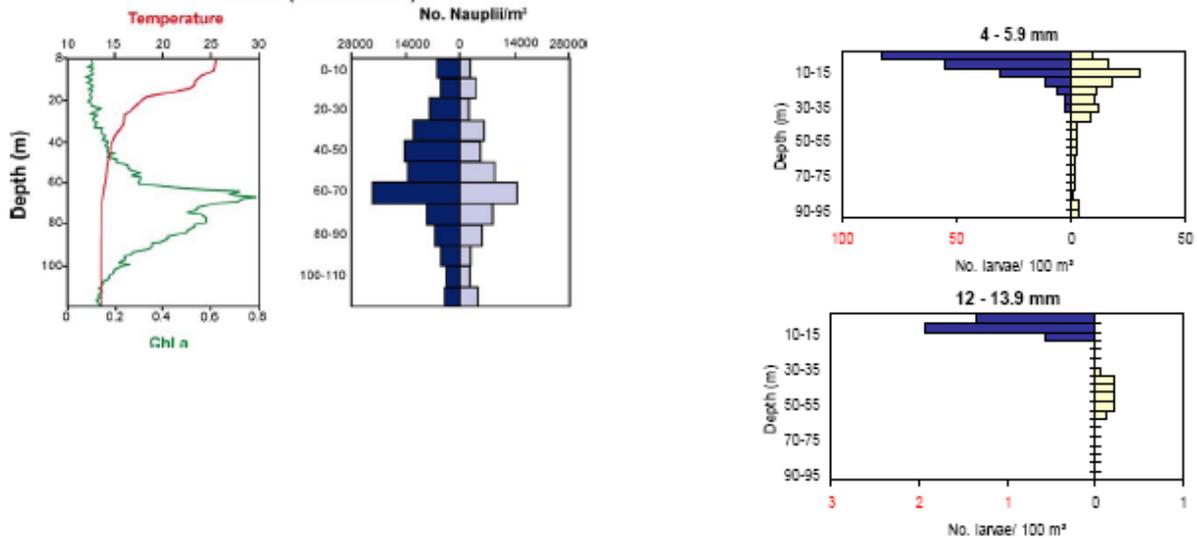
Huevos de anchoa



Palomera et al 1996

Distribución vertical de larvas anchoa

Estratificación estival



Olivar et al. 2001

La figura muestra una relación entre las descargas del río Ebro y capturas de anchoa con un desfase aproximadamente de un año. Se observa que a mayor intensidad de descarga del río, más producción planctónica, más supervivencia larvaria y capturas mas elevadas al siguiente año.





Ya para acabar, decir que se han observado **cambios en la biología y distribución de peces en relación al cambio climático**. Las poblaciones localizadas en el límite de su distribución geográfica son las que más rápido responden a estas variaciones ambientales. Vemos que hay cambios también en la abundancia y distribución del plancton, cambios en la biodiversidad y algunas especies de peces aumentan pero otras disminuyen su producción pesquera. Por tanto el efecto la producción pesquera total, de momento, es difícil de determinar.

RESUMEN - EFECTOS DEL CAMBIO CLIMATICO

- Cambios en la biología y distribución de peces. Poblaciones localizadas en el límite de su distribución geográfica son las que responden más rápido a las variaciones ambientales
- Cambios en la abundancia y distribución del plancton
- Cambios en la biodiversidad
- Determinadas especies aumentan y otras disminuyen su producción pesquera. El efecto en la producción pesquera total es, de momento, difícil de determinar
- Aunque las pesquerías han estado siempre afectadas por la variabilidad climática, ahora la situación es distinta porque:
 - El cambio es rápido
 - La presión pesquera constituye un “stress” adicional para las poblaciones de peces marinos

Aunque las pesquerías de alguna manera han estado siempre afectadas por la variabilidad climática, podemos afirmar que en la actualidad la tasa de cambio es más rápida y además la presión pesquera constituye un estrés adicional para las poblaciones de peces marinos.

Muchas gracias.



Ana Sabatés Freijó

Institut de Ciències del Mar
Centro Superior de Investigaciones Científicas

Doctora en Biología (Universidad de Barcelona) actualmente es **Investigadora científica en el Departamento de Recursos Marinos Renovables del Institut de Ciències del Mar, CSIC**. En 2001-2005 fue vicedirectora de este Instituto.

La línea de investigación actual se centra en: Ecología de las primeras fases de desarrollo de los peces; Papel de mecanismos hidrodinámicos de mesoescala en las pautas distribución espacio-temporal de larvas de peces. Estudio de procesos físicos y biológicos que determinan el reclutamiento en peces; Efectos de la variabilidad climática en poblaciones de peces.

Destaca su participación en más de 30 campañas oceanográficas, 9 como responsable de campaña, correspondientes a distintos proyectos de investigación en aguas del Mediterráneo, Atlántico oriental y Antártica. Ha ejercido la docencia universitaria como profesora, entre otros, en el Programa de Doctorado en Ciencias del Mar, área de Biología Marina (UPB; CSIC, UB) y en el "Doctorado en Oceanografía" y "Master en Oceanografía", Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Ha participado en diversas actividades relacionadas con la evaluación, de la investigación, así como de divulgación científica.

Desde 1990 ha participado en más de 50 publicaciones científicas, las que tienen más relación con la temática del seminario son:

Sabatés, A., P. Martín, J. Lloret & V. Raya 2006. Sea warming and fish distribution: the case of the small pelagic fish, *Sardinella aurita*, in the western Mediterranean. *Global Change Biology* 12: 2209-2219.

Sabatés, A., M.P. Olivar, J. Salat, I. Palomera, & F. Alemany 2007. Physical and biological processes controlling the distribution of fish larvae in the NW Mediterranean. *Progress in Oceanography* 74: 355-376

Sabatés, A., N. Zaragoza, C. Grau & J. Salat 2008. Vertical distribution of early developmental stages in two coexisting clupeoid species, *Sardinella aurita* and *Engraulis encrasicolus*. *Marine Ecology Progress Series* 364: 169-180.



DEBATE





DEBATE

Javier Sierra

Yo creo que a lo largo del seminario se han tratado temas muy amplios y se han visto relaciones muy claras entre nuestras competencias de planificación agraria y las competencias de planificación de los ecosistemas marinos y territoriales. Creo que puede haber un importante campo de debate.

Para abrir un poco el debate quería formular una pregunta general, quizá más dirigida hacia el profesor Moreno por lo que ha comentado del IPCC y sobre cómo a través de sus informes alimentan a la gobernanza mundial, y cómo hoy en día, en las agendas políticas de todo el mundo, el cambio climático y la energía son un paquete indisoluble. La cuestión es la siguiente; en un momento como el actual, cuando la crisis también forma parte de la agenda y está ahí, ¿estáis notando, en la agenda del cambio climático, que algunos compromisos que tenéis que elevar se sienten desplazados por la urgencia de lo inmediato?, que por la urgencia de los próximos cuatro o cinco años en los que tengamos que arreglar el sistema financiero y alimentar la demanda mundial, es decir, ¿creéis que puede haber un pequeño desajuste en esas agendas?

José Manuel Moreno

Yo creo que no. Volví anoche de Bruselas donde hemos tenido una primera reunión para ver cuál debe ser el contenido del próximo informe que saldrá a finales del 2013-2014 y ayer nadie habló de que modifiquemos los planteamientos. No hubo ni una sola mención a ello. Evidentemente, la crisis va a afectar a algunas cosas pero la necesidad que hay es de tal calibre que, al fin y al cabo, la crisis, con ser enormemente importantísima, no deja de ser una pequeña gota en un océano que tiene un horizonte temporal y una dimensión de esfuerzo muchísimo mayor. Yo creo que no.

Javier Sierra

Mi última pregunta va dirigida a la mesa. Mi pregunta se contextualiza en un país como España, a caballo entre dos continentes, con fuerte presencia de la inmigración y con influencia atlántica y mediterránea. Los problemas de aridez y de escasez de agua son una cuestión de primer orden en nuestro país. Dentro de este contexto, notáis que, dentro de la planificación de los diferentes ministerios y organismos públicos, ¿existe una facilidad para asumir vuestras conclusiones como científicos? Añadir que estamos en un país en el que también hay una escasa tradición de planificación frente a otros países de Europa donde trabajan más con modelos para la toma de decisiones. ¿Notáis que hay una escucha más activa a lo largo de los últimos años?



Inés Mínguez

Nosotros venimos trabajando en temas de cambio climático desde los 90, junto con el CEDEX. Lo que sí es importante trasladar es que las metodologías que se están generando para el impacto del cambio climático son utilizables ahora y que tienen un efecto colateral muy positivo, y en eso yo creo que sí que hay Administraciones y Comunidades Autónomas que lo tienen en cuenta. Por otro lado, las señales que vienen de Bruselas y de algunos Ministerios son contradictorias y creo que eso dificulta la toma de decisiones. En temas ambientales, Bruselas potencia alguna Dirección General, en mi opinión de manera excesiva, como es el caso de los sistemas de bajos insumos de la agricultura ecológica u orgánica frente a los sistemas de agricultura integrada. Eso como evaluadores de impacto creemos que complica la situación.

José Ramón Picatoste

En el área de mi trabajo, que es la adaptación, yo creo que sí hay receptividad en muchísimos Organismos Públicos, incluso privados, y sensibilidad respecto a la necesidad de integrar la adaptación al cambio climático en su planificación y gestión. A modo de ejemplo y dentro de nuestro propio ministerio, la Dirección General del Agua ha asumido plenamente los trabajos de evaluación de impacto en los recursos hídricos a través de una encomienda de gestión entre ellos y el CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas) y ha incorporado, en la normativa sectorial regulatoria, la necesidad de hacer evaluaciones de impacto de cambio climático en los reglamentos hidrológicos y las instrucciones para elaborar los Planes Hidrológicos. Por citar otra unidad, la Dirección General del Medio Natural y Política Forestal recientemente ha aprobado el Plan de Acción contra la Desertificación que incorpora íntegramente la necesidad de tener en cuenta el cambio climático a la hora de hacer acciones para frenar el fenómeno de la desertificación.

Es decir, en ese sentido yo sí que veo receptividad.

José María García de Francisco

Subdirección General de Análisis, Prospectiva y Coordinación

Mi primera pregunta es para José Manuel Moreno, y la segunda, son unas reflexiones para Francisco Valladares.

A José Manuel le quería preguntar su opinión. Yo soy veterinario, procedo del mundo de la ganadería extensiva, donde he desarrollado mi labor profesional, tanto en la empresa privada como luego en la Administración. Con la fusión de los dos Ministerios, de Agricultura y de Medio Ambiente, notaba que tenía ciertas carencias en alguno de los temas clave del nuevo Ministerio que, en mi opinión, deberían formar parte de la cultura de los funcionarios de la casa, y por eso este verano empecé a leer cosas sobre agua y cambio climático. Sobre cambio climático, no sé si cometí el error de leer dos libros, muy diferentes; uno de ellos, de James Lovelock, *La venganza de la tierra*, nos dice que hemos pasado del punto de no



retorno, y otro libro, del ecologista escéptico Bjørn Lomborg, titulado *En Frío*, que decía todo lo contrario. Con lo cual llegué a la conclusión de que, como los criterios eran tan diferentes y las opiniones eran tan diversas, me tenía que centrar en los informes del IPCC, que como tú bien has comentado, es lo que nos dice la comunidad científica internacional, es el mínimo denominador común y la base sobre la que tenemos que tomar decisiones.

Sin embargo, me ha llamado mucho la atención que tanto la Secretaria de Estado como tú mismo, habéis hecho alusión al *Informe Stern*. Creo que una debilidad que tenemos en el sistema es el que no existan unos modelos económicos que nos permitan hacer análisis coste-beneficio desde la óptica puramente económica, y que tengan ese grado de consenso de la comunidad científica internacional. Porque es evidente que el cambio climático está ahí, que es un problema grave, que el origen es antrópico, pero más allá de eso, sobre las decisiones que debemos adoptar y de qué manera tenemos que atajar este problema, ahí no tenemos unas herramientas con el mismo grado de consenso. De hecho, y así figura en la hoja de análisis y prospectiva que ha realizado nuestra unidad, ese *Informe Stern* ha sido muy contestado por alguno de los economistas más importantes del mundo como William Norway de la Universidad de Yale, ¿no crees, José Manuel que ahí tenemos una deficiencia y que el IPCC debería ampliar su visión hacia este aspecto de modelización económica a medio y largo plazo?

Y a Fernando Valladares, no es una pregunta, sino una serie de reflexiones sobre lo que has comentado de la crisis de la biodiversidad. Por supuesto que la crisis de la biodiversidad existe, pero me da la sensación de que lo podemos simplificar todo mucho hablando sólo de cambio climático, pensando que el cambio climático es el origen de todos los males, y lo que más me preocupa, que mitigar el cambio climático sería el origen de todas las soluciones. En la crisis de la biodiversidad, el cambio climático es uno de los factores concomitantes probablemente más importantes, debido a la sincronía de los ciclos entre las diferentes especies, pero alguno de los ejemplos que has expuesto son muy anteriores a la actual crisis de cambio climático. Por ejemplo, la extinción de la megafauna del Pleistoceno se relaciona con el hombre como cazador social, que se organizó y lo supo hacer muy bien. Muchos cambios en los hábitats se relacionan con la revolución neolítica, en fin, el cambio climático no es la única causa que lo explica todo.

En relación a los ejemplos que has puesto, uno a uno, quisiera hacer una reflexión. En relación a los osos cantábricos, la hibernación y el cambio climático, ya en los 80, con los primeros osos radiomarcados, Purroy y Clevenger demostraron que la ausencia o presencia de carroña en el territorio, era crítico para garantizar la viabilidad de estos animales. Sin embargo, hoy en día tenemos un grave problema por la retirada de los subproductos, de las carroñas, del territorio y que probablemente sea un problema a corto plazo para estas poblaciones.

En relación al pinsapar, desconozco lo que pasa en la sierra de las Nieves y en Sierra Bermeja, pero sí conozco el pinsapar de la sierra del Pinar de Grazalema, en Cádiz, y ahí ha sido claramente la disminución de la carga ganadera caprina, en



concreto de la raza Payoya, que es una raza en peligro de extinción, lo que ha supuesto la expansión del pinsapar, y no tanto el cambio climático.

En cuanto al riesgo de incendios con el cambio climático, a mi me preocupa quizás más el riesgo de incendio derivado de la crisis del sector ovino en España, ya que en muy pocos años, hemos tenido pérdidas en el censo de millones de ovejas. Se trata de animales que con el pastoreo a diente limitan el proceso de matorralización, siendo un importante factor en la prevención de incendios forestales. Creo que las medidas de apoyo al sector, como el fomento del consumo de la carne de cordero pueden ser, en ese sentido, unas medidas indirectas de prevención de incendios tan importante como la mitigación del cambio climático, y sin embargo son mucho menos valoradas.

Carmen Asensio

Dirección General de recursos pesqueros y acuicultura

Secretaría General del MARM

No es una pregunta sino un comentario al hilo de lo primero que se planteaba en la mesa sobre la receptividad de las instituciones y organizaciones. Hemos visto a lo largo de toda la mañana, que las organizaciones científicas y los científicos, llevan estudiando desde hace muchos años el tema marino y las pesquerías. Las instituciones y las organizaciones también están entrando al tema y, por ejemplo, la semana que viene se celebra el Comité de Pesquerías de la FAO en Roma. Uno de los puntos del orden del día, es precisamente, "Cambio Climático, Pesquerías y Acuicultura". Se ha celebrado un taller de expertos del Panel de Expertos en Cambio Climático, Pesquerías y Acuicultura y en el Comité de Pesquerías de la FAO. Se van a ver estos resultados y se va a hablar del tema, cómo abordarlo y cómo atajarlo. El propio documento que tengo aquí de posición de la Unión Europea respecto a este tema se dice que los impactos del cambio climático son considerables y complejos, que por supuesto son fundamentalmente los que nos contaba Ana, de distribución de los stock pesqueros, de la disponibilidad de su alimentación, cambios en las condiciones oceanográficas, aumento de la acidez, y por supuesto a los stock pesqueros se les une el estrés fundamental o adicional que le supone la presión por pesca.

La línea de acción fundamental que indica la Unión Europea es la gestión adaptativa, que también comentaban algo los ponentes, en lugar de predicciones basadas en la historia pasada. O sea, que todo lo que se ha dicho aquí por parte de personas que lo están estudiando en un aspecto más científico vemos que desde las Administraciones Públicas vamos en la misma dirección y esperemos que podamos seguir. Es la primera vez que se va a abrir un Comité de Pesquerías, se va a ver con tanto detalle y en la FAO, y a lo mejor, en futuras ediciones, tengamos más resultados e indicios de por dónde nos estamos encaminando.



Eloy Ramos Rodríguez

DG. Desarrollo Sostenible del Medio Rural

Trabajo en Desarrollo Rural en Iniciativas Comunitarias. Más que una pregunta es una reflexión. Me he quedado muy satisfecho con lo que se ha dicho. Lo que sí me queda claro es que **"sí, ya y mucho"**, pero luego sin embargo, lo que he notado es que al "enfermo" se le ha diagnosticado mucho, pero al final, cuando hay que operar se va a llegar un poco tarde. Por ejemplo, en el tema de la biotecnología, el tema de la adaptación, detrás de esto está todo el ingente incremento de la tecnología que se ha hecho en el tema biotecnológico. Y como esto, hablo de otra serie de ambientes, lo que se critica ahora mucho, los organismos modificados etc.

También otra reflexión, de cara a lo que se ha hablado sobre la biodiversidad, se ha hecho una especie de planteamiento integrado, que todo está correlacionado, cuando hablabas de una especie que desplaza fenológicamente que tiene un efecto secundario. Y si esto es tan peligroso, ¿por qué no se ataca ya desde el Ministerio el grave problema mediterráneo con los bosques de nuestras encinas que se están deteriorando tanto y tenía que ser "sí, ya, mucho, y salir corriendo"? El tema es ese.

Otra cuestión, yo estuve coordinando el IV Programa Marco; el tema es que en aquel entonces ya había multitud de estudios de la alimentación, aguas...pero esto que es "sí, mucho y ya" se han citado tres estudios del Programa Marco.

Y por último y ya acabo, ¿la Unión Europea?, cuando se otorgan ayudas, para que el agricultor deje eso hecho un yermo, porque no actúe el ganado, y encima te mete la condicionalidad, que no hay quien lo entienda, ¿como compatibilizar una cosa con otra? Al mismo tiempo, lo que se ha hablado hoy, en la Unión Europea tiene siete u ocho apartados en donde cuida el cambio climático ¿que hace usted con los sistemas agrarios, la PAC, los ajustes de acoplamiento?

En fin, creo que hay un enfermo muy bien diagnosticado, pero otros organismos y otras actuaciones no han visto lo que nos ha explicado muy bien el compañero, de "sí, mucho y ya". Y si es ya, actuemos. Muchas gracias

José Manuel Moreno Rodríguez

Sobre la primera pregunta, precisamente uno de los temas que hemos propuesto algunos para el V Informe del IPCC, es el tema de costes. Y ayer fuimos varios los que estuvimos insistiendo en costes y cuantificación. Estos Organismos Internacionales hay que verlos desde la perspectiva de que hay muchos países con sus propios intereses, todos legítimos. Por lo tanto, estos son foros difíciles de lidiar. No es sencillo mover estas cosas. El problema, lo decía al principio, la ciencia hace ya más de 20 años que dejó este tema detrás. Es más bien la política, la complejidad de los intereses que hay en ella, el que hace que realmente se mueva. A veces hay mensajes que no se pueden dar porque si a uno no le dicen que responda a la decisión sobre una determinada pregunta no puede responderla.



Entonces, la pregunta queda sin responder y por lo tanto, no se pueden tomar decisiones. Esto hay que saberlo, la ciencia y los científicos vamos cada uno por nuestro lado (perseguiamos al dinero, porque si no te dan dinero no podemos hacer investigación) pero después es el mundo político, las Administraciones, los que demandan determinadas políticas. La explosión que va habiendo de conocimientos científicos es verdaderamente arrolladora. Yo diría a los señores de la Administración; no se olviden que tienen un montón de gente ahí a su servicio, que pueden ayudarle, a lo mejor no pueden tomar la decisión definitiva pero sí tenemos herramientas para entrar ahí. Ya después, plantearán ustedes la posibilidad de hacer algo en política y tendrán un jefe por arriba, pero creo que de esto lo que emerge claramente es la necesidad de una compenetración muchísimo mayor del mundo científico y del mundo administrativo, claramente.

El mundo científico, va ir siempre por su propio lado, el mundo administrativo puede o no acudir a él y sólo va a ocurrir que determinadas cosas vengan a la mesa si efectivamente hay esa concertación. Yo creo que esto es importante, porque si no, efectivamente diagnosticamos muy bien al enfermo pero en última instancia la decisión de si le ponemos una inyección o le cortamos media pierna al final es del que votan los ciudadanos que es el que decide. Esto es así, es decir: en última instancia será algún político investido por los ciudadanos el que adoptará una decisión de si sí o si no. Y esto no hay que olvidarlo. Nosotros los científicos, votamos como todo el mundo, pero nada más. Si me dan opción a hablar hablo, pero la comunidad científica no tenemos la capacidad de decisión.

Fernando Valladares

Sí, yo comparto profundamente la reflexión de que el cambio climático no es el culpable de todo. Igual en mi mensaje he puesto mucho énfasis en mencionar las conexiones con el clima y no en mostrar las desconexiones con el clima. Indudablemente es trivial achacarle al clima todos los cambios que observamos en la biodiversidad. Pero hay muchas otras cosas que no causa el cambio climático, sin embargo eso no significa que el clima no tenga algo que decir. Entonces, en el caso del oso que mencionábamos, lo de la carroña que se retiraba, encaja con los estudios que indican que cuando no hay una buena otoñada en los frutos es sobre todo por el cambio climático que afecta al oso vía los frutos.

Indudablemente, no es sólo el cambio climático porque también hay una gestión del monte que hace que vengan más o menos frutos, pero ilustra que hay una conexión que no es la intuitiva y que la temperatura hace que el oso se despierte, que era un poco el mensaje que quería comentar.

En el caso del pinsapar en Grazalema, o en el caso concreto de la cabra, es una situación que, dentro de un marco más general, sufren muchos ecosistemas mediterráneos de un cambio de uso; hay menos presión sobre el bosque y el bosque se cierra o se regenera y en ocasiones se vuelve vulnerable, paradójicamente, porque cuando viene una sequía muy intensa afecta al bosque en una situación, que como formación, es más vulnerable. Date cuenta que de otra manera hubieran muerto unos ejemplares más aislados.



Yo creo que hay armonía entre tus reflexiones y mi mensaje, que quizás, no he enfatizado en la idea de que la mayoría de los científicos ya no hablamos de efectos del cambio climático sino de efectos del cambio global porque intentamos meter otros motores que las Naciones Unidas ya contempla, que cooperan, que interaccionan con el cambio climático, para los efectos que nosotros observamos.

Yo diría dos cosas a recordar: en primer lugar, los cambios del clima restringen los grados de libertad que tienen los organismos y las posibilidades que tienen los sistemas naturales para responder a perturbaciones que también ocurren. Por otro lado, también nos viene muy bien, la preocupación creciente del cambio climático porque nos sirve para revisar viejas observaciones, a veces de los años 30 o de los 40. Han salido casos de las pesquerías y podrían salir otros muchos casos y nos viene bien revisar todos esos conceptos para saber que ya había indicios de la influencia del clima, es cuestión de tenerlo más presente sobre la mesa.

Sobre la receptividad, que decía Javier al principio, o el enfermo, que ahora mencionaba Eloy, la verdad es que como científico siempre entono el "*mea culpa*". Es fácil echarle la culpa a otro, pero en este caso también hay una culpa de los científicos que, por decirlo en una caricatura, cuando se le pregunta a un científico, que es lo que va a pasar con el cambio climático y este sistema, el científico responde: "hay mucha incertidumbre, necesito un becario y un proyecto de 100.000€". Entonces, también es cierto, que los científicos tenemos que aprender a gestionar en tiempo real la información que hay, hablarla y comunicarla en un lenguaje más útil para la gestión.

Inés Mínguez

Seré muy escueta. Biotecnología es una de las patas de la producción y de la productividad. No se puede abandonar ni se debe uno radicalizar cómo se están radicalizando algunos sectores en la Comisión contra los Organismos Genéticamente Modificados. Pero es una herramienta más, es decir, el cambio de fecha de siembra de girasol en Andalucía ha producido un incremento en los rendimientos. Es una adaptación que hay que tener en cuenta.

En los programas marcos, en el FP6 o VI Programa Marco, no aparecía la palabra agricultura. Nos hemos peleado por ello, yo entre otras personas, contra el egocentrismo europeo. En el VII Programa Marco ya aparece la agricultura, y entonces los investigadores y empresas también involucradas están atendiendo las convocatorias en agricultura pero también en medio ambiente, en tema de aguas. Entonces por ahí ya vamos abriendo camino pero los sectores radicales verdes son sectores urbanos con buenas intenciones pero están haciendo bastante daño y estamos exportando la idea de que la agricultura ecológica puede abastecer de alimentos a África. El impacto ambiental es terrorífico.

Los proyectos que he presentado son proyectos nuestros, en los que hemos participado. Hay más. Cada uno a una escala. Un ejemplo de cómo se complican las cosas. El fuego reciente en Australia que ha sido tan devastador se ha dado,



pensamos, por una conjunción de cuestiones: por supuesto, las altas temperaturas superiores a los 45°, pero también porque han desaparecido comisiones forestales que gestionaban el bosque. ¿Por qué han desaparecido? Por la presión de grupos verdes que dicen que el bosque es natural, que tiene que evolucionar, pues bien, que evolucione; el fuego es natural. Y entonces eso es un cataclismo y lo están reconsiderando. El sotobosque ha evolucionado porque hay una biomasa en pie espectacular luego también porque la sociedad ha mejorado y viven en el bosque y claro, cortar los árboles, que son eucaliptos unas auténticas bombas de fuego. Las viviendas han entrado en el bosque y debido a la presión de los Ayuntamientos y de los municipios no se han podido recortar los árboles alrededor. Esto ha sido un trágico evento y espero que sea un revulsivo para reconsiderar cuestiones que los Ministerios de Agricultura lo tenía en cuenta; recuperar el valor de la agricultura frente a ideas no bien desarrolladas de grupos que vienen de las ciudades.

Rafael Godoy Diges

Consejero Técnico Coordinador de Presupuestos de Medio Rural y Marino
S.G. de Programas Presupuestarios de Actividades Económicas (MEH)

En los primeros informes IPCC se contemplaban pocos parámetros a la hora de modelizar el clima, fundamentalmente emisiones de CO₂ y algunos otros factores. En el segundo se fueron incorporando condiciones meteorológicas, movimientos oceánicos, sobre todo después de lo del Niño etc.... y el último fue más rico, y el quinto lo será mucho más, y a medida que se han ido perfeccionando los modelos se ha ido atenuando el efecto con la predicción hacia 2100. Así, si en el I Informe el crecimiento de la temperatura era muy grande, en los últimos informes ha ido disminuyendo. Además, quería hacer otro comentario, nos ha mencionado que los resultados del IPCC nos los debemos creer. Que no hay prácticamente dudas sobre la elaboración de las conclusiones a las que se llega, es decir, que su recomendación es que creamos las conclusiones del IPCC que son las que son y que prácticamente no debemos preocuparnos en pensar si sí o si no, sino en poner remedio. Entonces, en el propio tomo dos pone "la ciencia se debe estimular a través de la comunicación y del debate, y ésta avanza, por lo general, en base a la formulación clara de hipótesis probadas de forma objetiva. La prueba es la clave de la ciencia; de hecho, un filósofo de la ciencia, insistiría, en que para ser genuinamente científico cualquier afirmación debe ser siempre probada, y siempre es susceptible de ser rebatida con pruebas se muestra sospechas de ser falsa". Estamos de acuerdo en ello. Pero por qué no abrir este grado de escepticismo sano de los científicos, de muchos científicos que opinan en contra del origen antropogénico, no tanto del cambio climático, porque son constancias y resultados, aunque con matizaciones. Por ejemplo el Presidente del IPCC, y a lo mejor soy políticamente incorrecto, contestó en una entrevista a la pregunta de ¿qué les diría a los que siguen negando este fenómeno? Lo siguiente: *"Trabajamos con transparencia y elegimos a los mejores científicos del mundo. Nuestros informes son aceptados por todos los gobiernos. Los escépticos del cambio climático, deberían mudarse a otro planeta"*.

Creo que entra en disonancia clara o contradicción, con el propio prefacio del informe científico.



José Manuel Moreno Rodríguez

Yo reformulo el siguiente tema. Si queremos gobernar el mundo ¿que mecanismo estableceríamos para obtener la mejor información desprovista del mayor sesgo posible? Yo sólo lo pongo encima de la mesa, sabiendo que, dos científicos nos juntamos y uno lo ve de una manera y otro de la otra. Hay cosas que están sólidamente afinadas. Yo no necesito estudiar las pesquerías, yo como biólogo o como ecólogo, se cómo reaccionan los organismos a la temperatura entonces inevitablemente sé que van a ocurrir cosas. A lo mejor no puedo decir exactamente cuáles, pero que van a ocurrir no me cabe la menor duda, la ciencia es sólida. Desde ese punto de vista, yo decía: *"tómelo como la mejor base"*. ¿Es la verdad absoluta? No, ¿habrá cosas que se van a revisar después? Seguro, conforme la ciencia vaya avanzando. Ahora, si en un momento determinado uno tiene que hacer algo ¿en que te basas? en aquello que se haya producido con el mayor rigor, con la mayor transparencia y con la mayor solidez. ¿Que después se modifica? Pues cambiaremos el planteamiento pero no podemos estar esperando la última verdad absoluta. Y en la ciencia, no existe.

¿Por qué Pachauri va más allá y dice que los escépticos son de otro planeta? Claro que hay alguna opinión discordante, por supuesto. Ahora bien, si alguien tuviera algo científico que afectase a los fundamentos de lo que el IPCC está concluyendo, te puedo asegurar que se iría corriendo a la mejor revista de el mundo, porque pasado mañana su sueldo se le había doblado. Así que si no lo está haciendo, es porque no lo tiene. No nos engañemos. Lo cual no quiere decir que haya gente que encuentre en un momento determinado, investigación, que abra una vía etc... pero todo eso hay que someterlo, hay que trabajarlo, hay que probar si eso se manifiesta.... Por ejemplo, hay cuestiones del nivel del mar que en el informe están en letra pequeña, porque en este tema se abren horquillas mayores, se dan las incertidumbres, pero en este momento el mejor acuerdo al que podemos llegar es que pensamos que va a subir el nivel del mar entre tanto y tanto.

¿Porque yo alertaba de esto? porque no es infrecuente, por no decir que es totalmente frecuente, que aparezca gente que simplemente desprecia algo de la solidez de esto, que se inventa una cosa. Y yo decía, ustedes que tienen que tomar decisiones no se basan en cualquier cosa, utilicen todo lo que puedan, la mejor referencia que haya. Efectivamente, en un momento determinado, ahora, mañana, alguien aquí tiene que tomar una decisión y resulta que hay información poderosa nueva que ha surgido, bueno ¿por qué no la vamos a incluir?. Ahora, la base de la solidez de los Informes del IPCC, sometidos a rigor y análisis, yo creo que eso hoy por hoy no lo podemos desdeñar. En cualquier caso sí les viene alguien con algo muy diferente, díganle primero *"oye, someterlo al mismo procedimiento, y cuando lo haya sometido al mismo procedimiento, entonces me quedo con ello, sino, lo tengo que poner en reserva"*.



Fernando Valladares

Yo quería reflexionar brevemente sobre dos puntos. El debate es muy sano y es la base del método científico, pero los científicos tenemos derecho a enfadarnos un poco cuando la incertidumbre se emplea con fines políticos. Esto se afianza en una sociedad que no tiene unos conocimientos estadísticos como tenemos los científicos. Nosotros hablamos de probabilidades porque es nuestro día a día, pero a otras personas no se le puede hablar de probabilidades igual.

Esto es muy problemático, y prueba de ello fue el debate entre Rajoy y Zapatero, cuando nos mostraban, de una forma estadísticamente insultante, unas gráficas que no daban tiempo a interpretar. Eso demuestra que no hay cultura estadística en la sociedad, y que cuando los científicos muestran un poco de incertidumbre, que la hay, eso se emplea con fines políticos.

Los científicos nos hacemos fuertes cuando hay consenso y nos mostramos bastante poco amigos de las dudas, porque la disparidad, como ha mencionado José Manuel, es el día a día, todos encontramos diferencias en los detalles. Por lo tanto, hay que poner las cosas en su contexto ¿Recordáis ese dato que daba de Naciones Unidas, sobre que no se sabe si la especie humana está aumentado entre 100 o 1000 veces más el ritmo de extinciones?, hay una incertidumbre de un orden de magnitud, pero todos los científicos estamos de acuerdo en que estamos acentuando la tasa muy por encima de lo que sería normal.

Benito García Gutiérrez

Dirección General de Industria y Mercados Alimentarios

Buenos días, mi nombre es Benito García Gutiérrez, soy ingeniero agrónomo del MARM y trabajo en la del Dirección General de Industria y Mercados Alimentarios. En primer lugar, quería felicitaros por los conocimientos que habéis vertido hoy en este salón de actos, y quería hacer una pregunta, no sé si precisa o vaga: ¿Qué estamos haciendo o podemos hacer con el cambio climático? Está claro que lo tenemos aquí, cuando hablamos o cuando nos relacionamos con nuestros agentes, con los agricultores, con los ganaderos, con las empresas que están buscando alimentos baratos, sanos, ¿Qué podemos hacer o que se está haciendo?, ¿Porque no les llega la ciencia?, ¿Porque no se hace esa transferencia de conocimientos? Ellos tienen muchas dudas y están viviendo el cambio climático y los cambios en sus sistemas productivos. Gracias

Georgina Álvarez

Dirección General del Medio Natural y Política Forestal

Soy Georgina Álvarez, de la Dirección General del Medio Natural y Política Forestal. Dos preguntas, porque es un lujo tener a estas personas aquí. La primera es para José Manuel, en una de tus diapositivas has puesto una imagen en la que salían varios modelos explicativos por regiones geográficas, se veía, y tú mismo lo has comentado brevemente, que en Europa hay más ruido, que hay una franja de



variación que no había en Estados Unidos. A mí me gustaría que nos explicaras, si puedes, ¿cuál puede ser la causa de que en Europa haya más ruido, más variación, qué factores están en juego? Y la segunda es para todos, aprovechando esta ocasión, si nos podríais decir dos, tres o una recomendación o cuestión esencial que no deberíamos dejarnos fuera en las estrategias o planes de actuación, que dirigimos desde aquí, para orientar las actuaciones que se convierten en políticas o las políticas que se ejecutan con actuaciones y que requieren un montón de fondos, nacionales y europeos. Gracias.

Inés Mínguez

Le voy a contestar a Benito. Eso es un problema básico, la conexión y la transferencia de tecnología. Una de las soluciones que se está poniendo en marcha es la Coinnovación. Desde el proyecto Cenit en viticultura, los grandes empresarios bodegueros, junto con investigadores, están intentando ver las vías de adaptación al cambio climático. Eso ya está en marcha. En sectores con grandes empresarios se conecta fácilmente, empiezan a darse cuenta que las variedades de vid que están utilizando provienen de zonas de clima mucho más fresco que en España, y entonces hay un comienzo de adaptación posible.

En transferencia de tecnología tenemos problemas con el olivar y con el manejo del suelo del olivar, tenemos problemas a la hora de aplicar los programas de fertilización de nitrógeno y los programas de riego. La tecnología está ahí para usar los recursos eficientemente.

A excepción de trabajos en los que están involucrados los agricultores, pensamos que la transferencia es mínima. En Andalucía, y yo tengo bastante experiencia en Andalucía, sí hay un Instituto de Agricultura Sostenible que está llevando a cabo, con grupos de agricultores, una colaboración en temas del uso de agua de una forma bastante eficiente.

Hilando un poco con la segunda pregunta, nosotros recomendamos y podemos hacerlo a través de los estudiantes que tenemos en la escuela, igual que lo hacen otros colegas en otras escuelas, el utilizar las tecnologías para mejorar el uso de los recursos ahora, en el clima actual. Las 30 t de suelo por hectárea que se pierden en los olivares o el excesivo drenaje en los regadíos con arrastre de nitratos, el mal uso de los purines, etc., son problemas actuales. El apoyo de la Administración o de las Comunidades Autónomas puede venir, aceptando los datos que les podemos enviar de satélites cuando vemos que se están utilizando ilegalmente aguas subterráneas, para complementar riegos, no para atacar a los agricultores si no para reconducir las actuaciones. Ahí hay una zona donde no se acepta la transferencia de tecnología ni la transferencia de información. Gracias.

Ana Sabatés

Respecto a qué tipo de actuaciones se deberían tomar, en lo que se refiere a las pesquerías, hay un factor que es realmente importantísimo que es la



sobreexplotación a la cual están sometidos los recursos naturales. Es evidente que la mayor parte de nuestros stocks están sobreexplotados. La pesca incide siempre sobre los tamaños más grandes, y en unos stocks que ya están debilitados, esta sobreexplotación, estas variaciones ambientales, acaban de alguna manera de destruirlos.

Por otro lado algunas especies se ven favorecidas, están incrementando sus poblaciones, ¿Qué va a pasar con las interacciones con otras especies similares si se alimentan de lo mismo? Esto lo estamos estudiando ahora. Unas especies aumentan y otras disminuyen ¿Cuáles serán las interacciones entre estas especies? ¿Cuáles de ellas se van a ver favorecidas, dado que además la red trófica planctónica también está cambiando? Por lo tanto un aspecto esencial sería disminuir la explotación pesquera a la que están sometidos estos stocks. Esto es lo que está pasando en el Golfo de Vizcaya con la anchoa. En estos últimos años prácticamente ha habido un colapso de la pesquería de anchoa, por lo que se decidió cerrar esta pesquería, suponiendo que después de un cierto tiempo la población de anchoa se recuperaría, pero el stock de anchoa no se ha recuperado ¿Por qué? Probablemente porque las condiciones no son las mismas de antes, la biomasa necesaria para levantar este stock es demasiado baja. También sabemos que la anchoa se ha desplazado hacia el norte, incluso hacia el Báltico. Es muy difícil desligar los efectos de la pesquería y los del cambio climático. Probablemente, los efectos interactúan y son multiplicativos, por lo tanto hay que ser cautos a la hora de dar una valoración.

José Ramón Picatoste

Muy brevemente, para contestar a Georgina, yo diría que, dado que aquí todos somos funcionarios del MARM y todos desarrollamos una actividad que, en mayor o menor medida, va a ser potencialmente impactada por el cambio climático, diría que ¿qué se puede hacer en este foro?. Identifiquemos, como ya se identificaron para algunos de los campos de trabajo del Ministerio, cómo se puede integrar esta adaptación al cambio climático en la labor diaria que hacemos. Este tema está ya resuelto en el subsector de las aguas, las costas, la biodiversidad, etc., pero todavía falta mucho por hacer, quizás en el sector de pesquerías, agricultura, que es uno de los sectores que ahora queremos abrir, de desarrollo rural, de evaluación ambiental, donde hay muchísimo por hacer porque hay instrumentos normativos sobre la evaluación de impacto o la evaluación estratégica ambiental que necesariamente deberían integrar en la evaluación de todo los planes y proyectos los impactos del cambio climático. Así abarcaríamos sectores de infraestructuras, obras hidráulicas, agricultura, regadíos, energía etc., que es una vía de entrada para que la adaptación al cambio climático se traduzca al final en algo. Gracias.

Inés Mínguez

Ciñéndonos a la Península Ibérica, creo que es importante de vez en cuando tener una visión global. La situación es que tenemos que tender a la intensificación de los sistemas si queremos evitar que se destruyan los ecosistemas. Si hay que duplicar



los alimentos para compensar el crecimiento de la población, la pregunta que nos estamos haciendo es ¿Cuánto territorio podemos dejar para los ecosistemas?

Las Administraciones tienen políticas muy encontradas. Si los sistemas se intensifican podremos producir más por hectárea y liberar zonas en las que el hombre no intervenga. Las mejores zonas de cultivo ya están ocupadas, las zonas a las que nos estamos expandiendo son zonas marginales con suelos bastante problemáticos de manejar. El paraguas del cambio climático ha incrementado drásticamente el problema de la degradación de los ecosistemas, y nuestro papel, como agrónomos, es intentar minimizar la expansión de tierras cultivadas.

Fernando Valladares

Yo quería comentar, en esa búsqueda de una recomendación, que, realmente lo que ha quedado muy claro a lo largo de hoy, es la transversalidad del cambio climático, y que es en esa dirección en la que hay que trabajar. Es necesario que las decisiones se aborden desde una óptica multidisciplinar, pero en el buen sentido, viendo las perspectivas desde muchos ángulos y creo que sería muy recomendable que los políticos que se encargan de hacer posible lo imposible tomen decisiones más allá de la Agencia o la Secretaría o el Ministerio en el que trabajen. Sé que esto muy difícil, pero nos permitiría llegar a un momento en el que en la misma balanza se pongan aspectos tan distintos como la biodiversidad, la seguridad en la sociedad, el empleo, la economía o la tecnología etc., y creo que todo eso está afectado directamente por el cambio climático y es una oportunidad única que no debemos dejar pasar para catalizar esas conexiones en las decisiones, que no se pueden hacer desde una sola óptica. A lo mejor desde una perspectiva la mejor decisión es una, y cuando se ve desde dos o tres perspectivas más, la decisión tiene que ser distinta. Gracias.