

# **Guía Metodológica**

---

**Manual del Programa de  
Seguimiento Fenológico de la Red  
Española Reservas de la Biosfera**

## PRESENTACIÓN

La presente Guía pretende ser un instrumento de apoyo para todo participante que desee realizar el seguimiento de los cambios ecológicos y de comportamiento de las especies presentes en las Red Española de Reservas de la Biosfera.

En ella, se integra de manera consistente, ágil y completa tanto los contenidos teóricos y conceptuales, así como los procedimientos metodológicos a seguir.

En este sentido, la Guía tiene dos partes claramente diferenciadas:

- **Antecedentes y Metodología:** Se proporcionan conceptos fundamentales sobre ciertos aspectos de las Reservas de Biosfera y el Cambio Climático. Y se brinda pautas y orienta al participante, en los objetivos de identificar las especies indicadoras y observar y medir en cada caso el parámetro fenológico correspondiente.
- **Manejo de Formularios de Seguimiento:** Cuyo propósito es familiarizar al participante con el registro de los datos recogidos en sus observaciones.

Esperamos que este documento sea de utilidad para todos los participantes involucrados en la tarea de seguimiento de los cambios que sufren las especies presentes en esta Red de espacios protegidos debido a los efectos del Cambio Climático.



# ÍNDICE

## | Primera Parte

### 1. ANTECEDENTES

1.1 Las Reservas de Biosfera como lugares demostrativos

1.2 ¿Qué es el Cambio Climático?

1.3 Efectos del Cambio Climático sobre la Biodiversidad

1.4 ¿Qué es la Fenología? ¿Y un Bioindicador?

1.5 Criterios de Selección de Especies Bioindicadoras

1.6 Especies Bioindicadoras de Cambio Climático

- Vegetales
- Invertebrados
- Peces
- Anfibios
- Reptiles
- Aves
- Mamíferos

### 2. OBJETIVO

### 3. METODOLOGÍA DE SEGUIMIENTO

3.1 Especies seleccionadas

3.2 Parámetros fenológicos y método de trabajo

3.3 Fichas descriptivas

### 4. GLOSARIO

### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## | Segunda Parte

### 5. FORMULARIOS DE SEGUIMIENTO: REGISTRO DE INFORMACIÓN



# **| PRIMERA PARTE**

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1 Las Reservas de la Biosfera como lugares demostrativos

El llamado Plan de Acción de Madrid -PAM- (2008-2013), establecido en el 3<sup>er</sup> Congreso Mundial de Reservas de Biosfera en 2008, identifica como uno de los principales problemas para la sociedad y los ecosistemas el acelerado Cambio Climático.

De igual manera, en aquel momento se plantea que la Red Mundial de Reservas de la Biosfera (en adelante denominado RMRB) puede aportar un valor añadido a la lucha contra el cambio climático a través de un enfoque integrado, que generalmente está ausente en otros lugares:”.... *El papel de las Reservas de Biosfera es fundamental para buscar y probar las soluciones a los desafíos del cambio climático, así como monitorear los cambios como parte de una red global*”.

Bajo este planteamiento, el PAM identifica la necesidad de que cada una de las redes regionales que forman la RMRB elabore su propio plan de acción ante la problemática global actual. En esta línea la Red de Comités Nacionales MaB y Reservas de Biosfera de Iberoamérica y El Caribe -IberoMaB- inicia la elaboración del Plan de Acción de IberoMaB en 2010 (Puerto Morelos, México). De esta reunión surge la Declaración de Puerto Morelos, donde se reconoce “...*la vocación de las Reservas de Biosfera como espacios de aprendizaje sobre problemas como el cambio climático global*”, y se declara la necesidad de que los Estados Miembros de la COP 16<sup>1</sup> reconozcan que “...*las Reservas de Biosfera son sitios privilegiados para estudiar el impacto del cambio climático global...*”, así, como que “...*Las Reservas de Biosfera deben incluirse en los sistemas de financiamiento para los estudios de, y las medidas para mitigar, el cambio climático global, resultantes de la reunión COP 16 de Cancún*”.

En la conferencia “Para la vida, para el futuro” en ocasión del 40 aniversario del programa MaB de la UNESCO celebrada en Dresden (Alemania) en 2011, se concluyó que las reservas de la biosfera son laboratorios perfectos de la vida real para el desarrollo sustentable y lugares ideales para encontrar soluciones a los problemas como pruebas piloto, con la participación de todos los interesados y comunicando las experiencias exitosas a la red mundial. Así, se pidió dar un mejor uso de la experiencia de las Reservas de Biosfera en la acción para el cambio climático.

Además del reconocimiento de estos lugares como sitios demostrativos, la esencia misma de las reservas de biosfera es el compromiso voluntario y participación de la población local en la gestión de estos espacios, la cual acepta implicarse en un modelo de desarrollo compatible con los valores del territorio y su conservación a largo plazo.

---

<sup>1</sup> 16ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

En este marco general se plantea el presente proyecto piloto para toda la Red de Reservas de Biosfera Españolas. Se enmarca en una experiencia puesta en marcha por la Red IberoMaB, que propone una metodología en la que se prima la participación y sensibilización de la población como elemento clave en la generación de información sobre el fenómeno de cambio climático. Dicha metodología es una buena oportunidad de vincular la ciencia/gestión con la sociedad y requiere desarrollar una eficiente relación entre los organismos responsables de las Reservas y los sujetos participantes de la comunidad.

## 1.2 ¿Qué es el cambio climático?

Se llama cambio climático a la variación global del clima de la Tierra, debido a causas naturales y a la acción del hombre. Se produce a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc.

El término "efecto de invernadero" se refiere a la retención del calor del Sol en la atmósfera de la Tierra por parte de una capa de gases, sin los cuales la vida tal y como la conocemos no sería posible, ya que el planeta sería demasiado frío.

Entre estos gases se encuentran el dióxido de carbono, el óxido nitroso y el metano, que son liberados por la industria, la agricultura y la combustión de combustibles fósiles. El mundo industrializado ha provocado que la concentración de estos gases haya aumentado un 30% desde el siglo pasado, provocando unas temperaturas artificialmente elevadas y modificando el clima.

Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, durante el último siglo la temperatura media se ha elevado en torno a 1º C en Europa, siendo probable que incremente de 1.5-5.8ºC hacia el año 2100. Once de los doce últimos años (1995-2006) figuran entre los más calurosos de los recogidos en los registros instrumentales de la temperatura de la superficie de la Tierra, y la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos (olas de calor, temporales, inundaciones, sequías, etc.) está aumentando de forma notable. Así mismo se predice un incremento de las precipitaciones, aunque también algunas zonas podrán tornarse más secas.

Pero el cambio climático es mucho más que sólo un aumento de temperatura y precipitación. Implica aumentos del nivel del mar, disminución del grosor de la capa de hielo en los polos, cambios en los patrones de las corrientes oceánicas, así como cambios drásticos en el ciclo de vida y el comportamiento de especies de plantas y animales, y por tanto en la estructura y funcionamiento de ecosistemas y paisajes. Estudios recientes concluyen que si la temperatura global sigue aumentando por encima de los niveles preindustriales, 20 ó 30% de las especies estarían amenazadas de extinguirse y los ecosistemas se verían severamente afectados.

Por todo ello, el cambio climático constituye una de las amenazas más serias para la diversidad del planeta y sin duda uno de los principales retos ambientales que afronta la humanidad en la actualidad.



Uno de los países europeos que más se verán afectados por el cambio climático será España, debido a la alta vulnerabilidad que presentan nuestros sistemas naturales ante las alteraciones climáticas y por el elevado número de sectores socio-económicos que también se verán afectados.

### 1.3 Efectos del Cambio Climático sobre la Biodiversidad

En los últimos años son numerosos los estudios e investigaciones que consideran que los organismos están reaccionando ante el cambio climático y denuncian las potenciales amenazas del cambio climático sobre la biodiversidad del planeta.

El incremento del calentamiento global y sus correspondientes anomalías climáticas afectan a la biodiversidad en diferentes escalas y de diversas formas, pudiéndose resumir en:

- \* **Variaciones en los rangos potenciales de especies**
- \* **Alteraciones en las comunidades de especies**
- \* **Desplazamiento en altitud de los ecosistemas**
- \* **Fragmentación del hábitat**
- \* **Cambios en el funcionamiento de los ecosistemas**

A nivel de especies, se dan tres procesos de respuestas al cambio climático:

- **Desplazamiento:** Considerando que la especie tenga capacidad para dispersarse.
- **Adaptación:** Posibilidad cuando el movimiento libre no es una opción. Puede ser en términos de cambios evolutivos o adaptaciones fisiológicas.
- **Extinción local:** Tiene lugar ante la imposibilidad de desplazamiento o adaptación al medio.

En el caso de los **Vegetales**, estudios recientes predicen desplazamientos en su distribución potencial, que provocaría altas tasas de extinción así como importantes modificaciones en su fenología y fisiología. Según la Agencia Europea del Medio Ambiente, el cambio climático es responsable de variaciones en la distribución de bastantes especies de plantas en Europa, existiendo una tendencia a desplazarse hacia el norte y a mayores altitudes.

La mayor vulnerabilidad se prevé para la vegetación de alta montaña, para los bosques y arbustos caducifolios sensibles a la agudización de la sequía estival y para los bosques esclerófilos y lauroides. Las tendencias previsibles en la mayor parte del territorio son la simplificación estructural de la vegetación y el predominio de las

extinciones locales sobre las recolonizaciones, que correrán a cargo de especies tolerantes y de distribución relativamente amplia.

Respecto a los **Insectos**, en el hemisferio Norte se ha revelado que la cota superior de sus distribuciones se ha desplazado un promedio de 6,1 m por década en altitud. Estudios científicos revelan, que los insectos normalmente cambian su distribución en respuesta al cambio climático antes que adaptarse o extinguirse. Pero para ello han de tener cierta movilidad y disponer de hábitat adecuados, por lo que generalmente son las especies más generalistas (a las que se les suele atribuir un escaso valor de conservación) y menos exigentes las que suelen desplazar sus áreas de distribución en respuesta al calentamiento del clima.

Por otra parte, las especies más especialistas tendrán más problemas para adaptarse al cambio climático, sobre todo rápidamente y también debido en parte a la pérdida de hábitat.

En el caso de las **Aves** del hemisferio Norte, estudios realizados han obtenido que el límite norte de sus distribuciones se ha desplazado un promedio de 6,1 km por década hacia el norte. Un modelo desarrollado recientemente a partir de un supuesto aumento medio de la temperatura de 3 °C, apunta hacia un cambio de la distribución de especies de aves comunes nidificantes en el continente europeo de más de 500 kilómetros hacia el noreste hacia el año 2080. Además, predice que el área de distribución se reducirá en una quinta parte de su tamaño, puesto que el calentamiento del planeta dejará a algunas aves pocas zonas con clima apropiado para ellas.

Otros vertebrados como los **Mamíferos**, también se verían afectados por el fenómeno del cambio climático. Estudios recientes predicen que para el año 2050 más de la mitad de las especies analizadas perderán alrededor de la mitad de su distribución como resultado del impacto del cambio climático.

El grupo de los **Peces, Anfibios y Reptiles** a pesar de contar con menos estudios, también son extremadamente sensibles a los efectos del actual cambio climático. Los primeros, principalmente por estar confinados al ambiente acuático y no poder dispersarse libremente cuando las condiciones climáticas no son óptimas.

En España, uno de los países con mayor biodiversidad de la UE y el que posee el mayor número de endemismos, se espera que el cambio climático produzca:

- **Cambios fenológicos en las poblaciones, con adelantos o retrasos en el inicio de actividad, llegada de migración o reproducción.**
- Desajustes en las interacciones de los depredadores y sus presas debidos a respuestas diferenciales al clima.
- Desplazamientos en la distribución de especies terrestres hacia el norte o hacia mayores altitudes, en algunos casos con una clara reducción de sus áreas de distribución. En ríos, desplazamientos de especies termófilas aguas arriba y

disminución de la proporción de especies de aguas frías; en lagunas y lagos, la altitud, la latitud y la profundidad tienen efectos similares sobre las comunidades en relación con la temperatura.

- Mayor virulencia de parásitos.
- Aumento de poblaciones de especies invasoras.

#### 1.4 ¿Qué es la Fenología? ¿Y un Bioindicador?

La **Fenología** estudia cómo cambian las fechas en las que ocurren los diferentes fenómenos naturales (migración, reproducción, floración, fructificación, aparición de los insectos, etc.) que se repiten año tras año y que están muy influenciados por las condiciones meteorológicas. Existen diferencias entre individuos y/o especies, y esta variabilidad es parte de la biodiversidad que nos rodea.

Todas estas fases que se repiten en las plantas y animales, son controladas principalmente por el factor temperatura.

Actualmente, se reconoce el estudio de la fenología como uno de los principales temas biológicos relacionados con el efecto del cambio climático. Existe un cúmulo de evidencias y numerosos trabajos científicos donde se menciona un adelanto temporal en la fenología de varias especies de plantas, aves e insectos.

Debido a la sensibilidad que tienen ciertos animales y plantas ante los efectos del cambio climático, éstos resultarán ser buenos indicadores para medir sus efectos a corto y largo plazo. Por tanto, podemos definir un **Bioindicador**, como una especie (o grupo de especies) cuya presencia nos aporta información sobre ciertas características ecológicas, del medio ambiente, o sobre el impacto de ciertas prácticas en el medio.

Será necesario establecer cuál es el periodo de tiempo óptimo, para que cada especie exprese sus distintas fenofases, y así poder evaluar si los cambios ocurridos en un determinado periodo de tiempo han sido por efecto del cambio climático.

### 1.5 Criterios de Selección de Especies Bioindicadoras

Un indicador de cambio climático idóneo, debe suministrar información desvinculada de los efectos de otros componentes del cambio global, para lo que es muy útil que pueda:

- \* Aportar a corto o medio plazo valores indicativos de la magnitud de los efectos del cambio climático
- \* Presentar resultados fácilmente interpretables y que sean validables y comparables con un esfuerzo moderado

También, se aconseja que el indicador cuente con series de datos previas con las que establecer referencias y proyecciones. Que sean accesibles, fácilmente reconocibles, de amplia distribución y que existan experiencias previas con métodos de seguimiento fenológico estandarizado.

En resumen y para el caso que nos ocupa en la presente Guía, a la hora de seleccionar especies bioindicadoras se habrá de tener en cuenta los siguientes criterios:

#### **Perfil idóneo de Especies Indicadoras**

- \* Especies comunes
- \* Fáciles de identificar y observar
- \* Poblaciones numerosas
- \* Distribución amplia
- \* Existan experiencias previas con métodos de seguimiento fenológico estandarizados

## 1.6 Especies Bioindicadoras del Cambio Climático

A continuación se muestran los diferentes grupos taxonómicos identificados como buenos indicadores de los efectos del cambio climático.

### *a) Vegetales*

Los factores ambientales que más afectan el ciclo de vida de las plantas son el periodo de luz y la temperatura y menos habitualmente, la humedad. En general se estima que el incremento de la temperatura hará que se adelanten la mayoría de los eventos estacionales del ciclo de las plantas. Por ejemplo la relación positiva existente entre la fecha de floración y la temperatura en primavera sugiere que en Gran Bretaña muchas plantas podrían florecer hasta 25 días antes con un incremento de 2,5° C.

No ocurre lo mismo con el inicio de la brotación, que podría mantenerse igual o retrasarse en algunas especies de árboles debido a que los brotes de la mayoría de las especies de bosques templados requieren un período frío seguido de una elevación de las temperaturas para despertar del invierno. Si el cambio climático suprime el necesario efecto del frío sobre los brotes, éstos permanecerán parcialmente aletargados en primavera y requerirán un periodo cálido más intenso antes de percibir adecuadamente la señal del incremento en la temperatura.

Son también esperables, y ya se han observado, cambios en la fenología durante el otoño, produciendo retrasos tanto en el cambio de color de las hojas como en su caída. La combinación de primaveras tempranas y otoños tardíos supone unos ciclos más largos que se han observado en numerosos estudios a gran escala.

En el sector forestal, las plagas y enfermedades pueden jugar un papel fundamental en la fragmentación de estas áreas. Algunas especies de insectos perforadores o defoliadores pueden llegar a completar dos ciclos biológicos en un año o aumentar su área de colonización como consecuencia de los inviernos más benignos. Como consecuencia, la fisiología de la mayor parte de especies forestales puede verse profundamente afectada.

### *b) Invertebrados*

Dentro del grupo de los Invertebrados, los insectos son organismos poiquiloterms y de pequeño tamaño, por lo que su termorregulación y consecuente actividad está fuertemente afectada por la variabilidad meteorológica. Así, uno de los efectos observados es que con el aumento de la temperatura global, la duración del estado larval en algunas especies es de menor duración.

Entre los insectos, en muchas especies de mariposas, se ha encontrado que la eclosión de las larvas es más temprana y existen alteraciones en las curvas de vuelo, relacionadas con los incrementos de temperatura en los meses entre febrero y junio.

También, se ha obtenido que a medida que aumentan las precipitaciones, más tarde eclosionan las larvas.

En otros estudios, se ha analizado la fecha de la primera aparición de la mariposa y el máximo de individuos adultos en vuelo, pudiendo predecir que un calentamiento de 1 °C podría adelantar la primera y la máxima aparición de la mayoría de las mariposas entre 2 y 10 días.

Además de las mariposas, también se han detectado cambios en la fenología de las abejas y los pulgones debidos al cambio climático.

El grupo de las arañas, además de servir como indicadores ecológicos de la correcta o deficiente situación medioambiental de los ecosistemas, está siendo estudiado por su posible papel como posibles indicadores del cambio climático. Así, la Sociedad Británica de Aracnología ha comenzado a impartir conferencias sobre las cualidades que harían de las arañas apropiados bioindicadores sobre este aspecto.

El investigador alemán Ulrich Simon ha propuesto también, en este sentido, un estudio sobre los arácnidos que habitan en las copas de los árboles de los bosques frondosos y que al vivir a gran altura están más expuestas a la radiación solar para ver cómo les afecta el cambio climático y el aumento de la temperatura.

### **c) Peces**

Los peces, al igual que todos los organismos de agua dulce, pueden ser particularmente sensibles a cambios climáticos a largo plazo dado que están confinados al ambiente acuático y no pueden dispersarse libremente cuando las condiciones climáticas no son óptimas. El hecho de que las características de su hábitat sean tan dependientes de numerosos factores tanto a pequeña escala (río) como a gran escala (cuenca), dificulta su estudio a partir de datos ambientales y climáticos.

### **d) Anfibios**

Los anfibios son extremadamente sensibles a pequeños cambios en la temperatura y la humedad, debido principalmente a su piel permeable, ciclo de vida bifásico y huevos sin cubierta. Por ello, su fenología reproductiva, su éxito reproductivo, la disminución de sus funciones inmunes y el aumento de la sensibilidad a contaminantes químicos pueden estar afectadas directamente por el calentamiento global.

Los anfibios de regiones templadas pueden incluso ser más susceptibles al aumento de temperaturas, ya que en estas zonas las especies pasan gran parte del año inactivos, evitando los inviernos muy fríos y los veranos muy cálidos. Eventuales aumentos de la temperatura o de la humedad pueden forzarles a despertar de su letargo y migrar a zonas húmedas para reproducirse, por lo que estas fechas pueden verse adelantadas debido al cambio climático. Esto podría significar que pudieran

volverse más vulnerables a inundaciones debidas a la fusión de la nieve, o a heladas que serán más probables en fechas más tempranas del invierno.

### **e) Reptiles**

Los reptiles parecen verse afectados por los aumentos de temperatura en relación sobre la determinación del sexo de algunas especies de tortugas, y su correlación con la proporción de machos y hembras en un determinado año. Dicho factor se encuentra en estrecha correlación con la temperatura media mensual, estando afectado por variaciones de menos de 2 grados centígrados.

Son muchos los trabajos que afirman que los reptiles son especialmente sensibles a los cambios de precipitación y temperatura, por lo que cabe esperar reacciones en cuanto a su desarrollo fenológico y a su distribución altitudinal.

### **f) Aves**

El ciclo de las aves está íntimamente ligado a las condiciones ambientales y ello las hace sensibles al cambio climático. La migración y la nidificación son dos de los aspectos que ya han comenzado a mostrar alteraciones causadas por este fenómeno.

La época de reproducción es la más demandante dentro del ciclo de vida de un ave y debido a ello, es imprescindible que exista una sincronización con la época de mayor abundancia de alimento.

Por otra parte, la migración de las aves comprende la fase de inicio de los primeros vuelos y las fechas en las cuales éstos ocurren, las fechas de avistamientos en lugares de paso o descanso temporal y las fechas de llegada a sus sitios de alimentación o reproducción. El inicio de la migración de las aves así como su velocidad, deben ser tales, que también deben de coincidir con la presencia de suficientes fuentes de alimento y recursos tanto en los sitios de paso como en los sitios a los cuales llegan a reproducirse.

Se ha documentado que las variaciones de la temperatura a causa del cambio climático, podrían afectar de manera diferencial los sitios de residencia, de descanso y de reproducción. Con respecto a la migración, los resultados indican ciertos cambios: unos adelantan la fecha de llegada a las áreas de reproducción y otros, por el contrario, documentan para el caso de la península Ibérica, un retraso en la fecha de llegada primaveral para 5 especies de aves en los últimos 50 años.

En cuanto a la reproducción, existen indicios de adelanto en el inicio del proceso, es decir la fecha de puesta, en un buen número de especies.

### **g) Mamíferos**

Al igual que los demás grupos, se espera que los mamíferos también se vean afectados por el cambio climático, aunque actualmente existen menos referencias de su relación con el calentamiento global.

En especies herbívoras se ha estudiado la relación entre la precipitación y la disponibilidad de alimento en primavera, la cual condiciona su reproducción y la supervivencia de sus poblaciones. Así, se predice que largas series de primaveras secas, podrían afectar negativamente la productividad de sus poblaciones.

También existen ciertos estudios sobre ungulados, obteniendo resultados en algunos casos contradictorios, lo que muestra la dificultad de trabajar con este grupo.

Además, hay que tener en cuenta que existen multitud de factores que influyen en el ciclo de vida de los mamíferos y su comportamiento, como molestias por otro tipo de impactos, alteración y pérdida de hábitat, etc. que hacen que resulte difícil aislar los motivos de estas alteraciones. Además, y a diferencia de otros grupos más vulnerables al cambio climático y debido a sus características, los mamíferos suelen tener mucha más movilidad y por ello, podrían ser capaces de adaptarse a ciertos cambios con menos dificultades.



## 2. OBJETIVO

El objetivo del presente proyecto es evaluar a través de estudios fenológicos los efectos del cambio climático en la Red de Reservas de Biosfera Españolas, involucrando en su desarrollo a los diferentes sectores de la sociedad representados en estos espacios.

El eje vertebral sobre el que se articula este proyecto, es la **participación ciudadana** en la recopilación de datos fenológicos de las especies que están presentes en sus territorios.

Todo ello es facilitado a su vez, mediante una herramienta sencilla y manejable, que permita registrar la información que ellos observen.

Así, el fin último de este proyecto es fomentar la participación ciudadana en la lucha contra el cambio climático y concienciar acerca de los fenómenos ambientales que están afectando al planeta y a su repercusión en la biodiversidad de nuestro territorio, con el fin de contribuir a una sensibilización hacia un cambio de hábitos en el uso racional y sostenible de los recursos disponibles.

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1 Especies Seleccionadas

Se propone trabajar con el grupo de las **Aves, Invertebrados y Vegetales** como indicadores idóneos sobre el efecto del Cambio Climático dadas sus características, resultados previos aportados y posibilidad de empleo.

A continuación se propone un conjunto de especies para realizar su seguimiento fenológico, con amplia distribución por toda la Red y que de forma general se ajustan a los criterios de selección establecidos. Dicho conjunto está formado por 10 especies de Flora, 6 especies de Invertebrados y 10 especies de Aves. De todas ellas, se propone que cada Reserva escoja al menos 6 especies vegetales, 6 aves y 3 invertebrados.

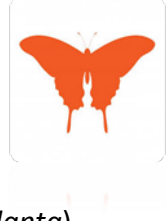
***Cada Reserva deberá seleccionar para su seguimiento,  
al menos, 6 Vegetales, 6 Aves y 3 Invertebrados***

## VEGETALES



- Almendro (*Prunus dulcis*)
- Viña (*Vitis vinifera*)
- Plátano de paseo (*Platanus hispanica*)
- Amapola (*Papaver rhoeas*)
- Encina (*Quercus ilex*)
- Olivo (*Olea europaea*)
- Castaño (*Castanea sativa*)
- Roble común/Melojo (*Quercus robur/Quercus pyrenaica*)
- Arándano negro (*Vaccinum uliginosum*)
- Tusílagó ó Uña de caballo (*Tussilago farfara*)

## INVERTEBRADOS



- Abeja (*Apis mellifera*)
- Almirante rojo (*Vanessa atalanta*)
- Colias común (*Colias croceus*)
- Araña de jardín (*Araneus diadematus*)
- Mariposa monarca (*Danaus plexippus*)
- Mariposa de la col (*Pieris brassicae*)

## AVES

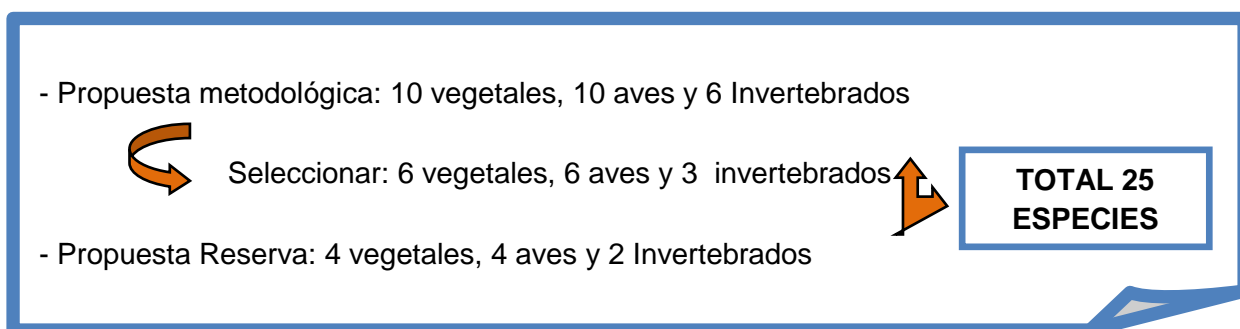


- Golondrina (*Hirundo rustica*)
- Abubilla (*Upupa epops*)
- Cuco (*Cuculus canorus*)
- Abejaruco (*Merops apiaster*)
- Aviión común (*Delichon urbicum*)
- Codorniz (*Coturnix coturnix*)
- Alimoche (*Neophron percnopterus*)
- Grulla (*Grus grus*)
- Cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*)
- Avefría (*Vanellus vanellus*)

Además de las especies seleccionadas por cada Reserva, se recomienda a su vez, que cada uno de estos espacios proponga al menos **4 especies de Flora, 4 de Aves y 2 de Invertebrados, específicos y característicos de sus territorios**, independientes al listado anterior elaborado. De esta forma cada Reserva puede incluir o modificar las especies específicas en función de su situación particular.

De modo que, siguiendo la metodología propuesta, **cada Reserva realizaría un seguimiento de 25 especies en total (15 seleccionadas del listado común y 10 propuestas por ellas).**

**En Resumen:**



### 3.2 Fenómenos y parámetros fenológicos a estudiar. Método de trabajo

Tras la selección de las especies indicadoras, se presenta una metodología de seguimiento general y específica de dichas especies, mostrada a continuación por grupos:

a) **Grupo Vegetales**

**\* Metodología General**

**1. Árboles y arbustos:**

En el caso del seguimiento de árboles y arbustos, deben escogerse individuos de cierto porte saludables, físicamente no dañados y libre de insectos o enfermedades que no hayan sufrido incendios ni podas en los últimos años. Así por ejemplo los robles no florecen hasta los 18 o 20 años, de modo que habrá que escoger individuos adultos.

Se deben seleccionar al menos 5 individuos representativos de la especie, de fácil acceso, siendo conveniente marcarlos, realizar fotografías de la planta y de ciertos detalles que permitan una clara comprobación de la identidad.

En el caso de aquellas Reservas que cuenten con una gran extensión, se propone seleccionar 5 ejemplares de cada especie en al menos 4 lugares distintos que reflejen distintas variedades climáticas.

Los ejemplares deben de ser más o menos similares, al igual que las condiciones en que se encuentran (densidad de población, frecuencia, grado de cobertura, altura y diámetro del tronco), pero separados dos o tres veces el ancho del árbol/arbusto en cuestión.

Si algún ejemplar muere o empeora de salud, cuando el resto todavía están saludables, se deberá seleccionar un nuevo individuo.

Aunque se debe fomentar el seguimiento de esos 5 ejemplares (quizás promovido por los técnicos de la Reserva de la Biosfera en cuestión), se podrán tomar datos para su análisis posterior de cualquier ejemplar de la especie considerada en el ámbito de la Reserva.

## **2. Viñas:**

Para el caso de las viñas, debe escogerse una parcela concreta para realizar su seguimiento cada año. Al igual que en el caso anterior, valdrá cualquier ejemplar de la especie dentro del ámbito de la Reserva.

## **3. Amapolas y Tusílogo:**

En estos casos, se intentará seleccionar siempre la misma zona, tratando de cubrir las distintas variedades climáticas de la Reserva en cuestión.

### **\* Metodología Específica**

Se proponen los siguientes cuatro fenómenos fenológicos a seguir de cada ejemplar seleccionado en el caso de árboles, arbustos y viñedo.

- **Caída de las hojas:** Interesa conocer la relación de hojas caídas y sin caer.

#### **Se proponen 4 categorías:**

- Primeras hojas caídas
- Menos de la mitad del árbol sin hojas
- Más de la mitad del árbol sin hojas
- Árbol sin hojas

- **Fase de Foliación:** Aparición de las hojas. Interesa conocer el momento en el que surgen las primeras y últimas hojas, y cuando se completa. Este aspecto es particularmente importante cuando se trata de especies caducifolias.

#### **Se proponen 4 categorías:**

- Primeras yemas
- Menos de la mitad del árbol con hojas
- Más de la mitad del árbol con hojas
- Árbol con todas las hojas

- **Fase de Floración:** Aparición de las flores. Interesa conocer el principio de la floración y cuando alcanza su máximo.

**Se proponen las siguientes categorías:**

- Primera flor
- Menos de la mitad del árbol con flores
- Más de la mitad del árbol con flores
- Árbol con todas las flores

- **Fase de Fructificación:** Aparición de los frutos. Interesa conocer el inicio así como su máximo.

**Se proponen las siguientes categorías:**

- Aparición de los primeros frutos inmaduros
- Menos de la mitad del árbol con frutos
- Más de la mitad del árbol con frutos
- Árbol con todos los frutos

En el caso de la amapola y el tusílogo, interesa únicamente conocer la fecha de floración de los primeros ejemplares vistos.

b) **Grupo Aves**

\* **Metodología General**

Se consideran tanto aves migratorias (invernantes ó estivales) como residentes. La fenología de las primeras está muy influenciada por los cambios ambientales y son por ello consideradas buenos indicadores de los mismos.

\* **Metodología Específica**

Se proponen tres fenómenos fenológicos de seguimiento de especies invernantes o reproductoras.

- **Invernada:** Aves que pasan el invierno en los territorios correspondientes.

**Se proponen 4 categorías a marcar:**

- Primer individuo detectado: de forma visual o al escuchar su reclamo.
- Fecha en que se detectan más de 2 individuos: visualmente o de forma auditiva
- Fecha en que se lleva detectada durante 3 días consecutivos la especie: visualmente o de forma auditiva
- Último/s ejemplar/es detectado/s: Visualmente o de forma auditiva.

- **Reproducción:** Aves que nidifican en los territorios correspondientes.

**Estivales:** Aves que acuden en verano a determinados territorios para reproducirse, abandonándolos en invierno.

**Se proponen 8 categorías a marcar**

- Primer individuo detectado: Bien de forma visual o al escuchar su reclamo o canto.
- Fecha en que se detectan más de 2 individuos: Visualmente o de forma auditiva.
- Fecha en que se lleva detectada durante 3 días consecutivos la especie: Visualmente o de forma auditiva.
- Primeros vuelos de celo
- Primer individuo aportando material para el nido
- Primer individuo aportando alimento al nido
- Primer pollo volado
- Último/s ejemplar/es detectado/s: De forma visual o auditiva.

**Residentes:** Aves establecidas en un mismo lugar todo el año.

**Se proponen 4 categorías a marcar**

- Primeros vuelos de celo
- Primer individuo aportando material para el nido
- Primer individuo aportando alimento al nido
- Primer pollo volado

- **Paso Migratorio**

Se propone anotar las fechas en que se vea el primer/os individuos/s en paso, así como el tamaño de grupo.

c)

**Grupo Invertebrados**

Dentro del grupo de los invertebrados se propone estudiar dos fenómenos, uno en el caso de insectos y otro en el caso de arácnidos, con un parámetro a seguir en cada uno.

- **Vuelo de insectos:** Interesa conocer la fecha de su primer vuelo, identificándose de forma visual la especie.
- **Presencia de arácnidos:** Interesa conocer la presencia de hembras de araña de jardín descansando en sus telas de araña, identificándose de forma visual la especie.

### 3.3 Fichas descriptivas

Para facilitar la labor a los participantes, se ha generado para cada especie bioindicadora propuesta una ficha descriptiva, incluyendo una fotografía y la información necesaria para facilitar su identificación. Los campos de información de cada una de las fichas son los siguientes:

- **Nombre común:** Nombre por el que se conoce la especie vulgarmente.
- **Nombre científico**
- **Nombres vernáculos:** Nombre por el que se conoce la especie en gallego, catalán y euskera.
- **Familia:** Agrupación familiar siguiendo criterios taxonómicos actualizados.
- **Descripción:** Se muestran las características de la mayoría de los ejemplares de cada especie, indicando cuando existe dimorfismo sexual en las características de ambos sexos y señalando en algunas ocasiones las diferencias entre adultos y jóvenes.
- **Especies similares:** Se muestran rasgos que permitan la diferenciación con especies muy parecidas del entorno geográfico.
- **Hábitat y ecología:** Se aportan datos sobre preferencia de hábitat, así como hábitos y costumbres que caracterizan a la especie.
- **Fenología:** Aparecen descritos los aspectos más significativos e interesantes de las especies como la reproducción, migración, floración, aparición de los insectos, etc.
- **Distribución:** Se muestran datos sobre la distribución de la especie en España y en especial la Región a la que pertenezca la Reserva de Biosfera en cuestión. Se acompañará de un mapa en la mayoría de los casos.
- **Observaciones (vegetales):** Se aporta información acerca de la semilla, hoja, flor, fruto... etc.
- **Estatus:** Estado de conservación y tendencia de la población.
- **Alimentación (aves e insectos)**
- **Canto (aves):** Se aportan datos sobre el reclamo y el tipo de canto, con la posibilidad de un enlace para escucharlos.
- **Fenómeno fenológico/s a seguir y parámetros:** según especie.

## **FICHAS DESCRIPTIVAS DEL GRUPO VEGETALES**

- \* Almendro (*Prunus dulcis*)
- \* Amapola (*Papaver rhoeas*)
- \* Arándano negro (*Vaccinium uliginosum*)
- \* Castaño (*Castanea sativa*)
- \* Encina (*Quercus ilex*)
- \* Olivo (*Olea europaea*)
- \* Plátano de paseo (*Platanus hispanica*)
- \* Roble común/Melojo (*Quercus robur/Quercus pyrenaica*)
- \* Tusílago ó Uña de caballo (*Tussilago farfara*)
- \* Viña (*Vitis vinifera*)



## **FICHAS DESCRIPTIVAS DEL GRUPO AVES**

- \* Abejaruco (*Merops apiaster*)
- \* Abubilla (*Upupa epops*)
- \* Alimoche (*Neophron percnopterus*)
- \* Avefría (*Vanellu vanellus*)
- \* Avión común (*Delichon urbicum*)
- \* Cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*)
- \* Codorniz (*Coturnix coturnix*)
- \* Cuco común (*Cuculus canorus*)
- \* Golondrina común (*Hirundo rustica*)
- \* Grulla común (*Grus grus*)

## **| FICHAS DESCRIPTIVAS DEL GRUPO INVERTEBRADOS**

- \* Abeja (*Apis mellifera*)
- \* Almirante rojo (*Vanessa atalanta*)
- \* Araña de jardín (*Araneus diadematus*)
- \* Colias común (*Colias croceus*)
- \* Mariposa de la col (*Pieris brassicae*)
- \* Mariposa monarca (*Danaus plexippus*)

## 4. GLOSARIO

### **BIOSFERA**

Parte del sistema Tierra que abarca todos los ecosistemas y organismos vivos de la atmósfera, de la tierra firme (biosfera terrestre) o de los océanos (biosfera marina), incluida la materia orgánica muerta resultante de ellos, en particular los restos, la materia orgánica del suelo y los detritus oceánicos.

### **BOSQUES LAUROIDES**

Compuestos por arbustos y arbolillos de hoja perenne, lustrosa y siempre verde. Son reminiscencia del clima subtropical de tiempos remotos como por ejemplo: madroños (*Arbutus unedo*), rusco (*Ruscus aculeatus*), mirto (*Mirtus communis*) o brezo blanco (*Erica arborea*).

### **CAMBIO CLIMÁTICO**

Variación del estado del clima identificable en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales, a forzamientos externos o a cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso de la tierra.

### **ESPECIES TERMÓFILAS**

Especies dependientes y sensibles a los cambios de temperatura.

### **FENOLOGÍA**

Ciencia que se ocupa de estudiar las relaciones entre los fenómenos biológicos periódicos y las condiciones meteorológicas, analizando y cotejando las variaciones geográficas y temporales que determinan la “apariciencia” de los seres vivos como respuesta a las variaciones ambientales en tiempo y espacio.

### **GAS DE EFECTO INVERNADERO**

Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropogénico, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes.

Esta propiedad da lugar al efecto invernadero. El vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el dióxido de carbono 70 (CO<sub>2</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el metano (CH<sub>4</sub>) y el Ozono (O<sub>3</sub>) son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre. La atmósfera contiene, además, cierto número de gases de efecto invernadero enteramente antropogénicos, como los halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo. Además del CO<sub>2</sub>, del N<sub>2</sub>O y del CH<sub>4</sub>, el Protocolo de Kyoto contempla los gases de efecto invernadero hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

### ***INSECTOS DEFOLIADORES***

Son aquellos insectos que en su fase larval, o adulta, se alimentan del follaje de los árboles ocasionando con ello una reducción de la superficie foliar que, dependiendo de su intensidad y de la época de ocurrencia, puede traer como consecuencia una menor capacidad fotosintética (incidirá en la nutrición y crecimiento del árbol afectado), o alteración en la transpiración normal y en la translocación de los alimentos.

### ***INSECTOS PERFORADORES***

Son aquellos insectos que en su fase larval, o adulta penetran en las plantas, perforando el tallo o minan túneles angostos dentro de la hoja, el fruto y la raíz.

### ***POIQUILOTERMOS***

Los animales poiquilothermos se caracterizan porque la temperatura de su cuerpo varía con la del ambiente. Se les llama también animales de "sangre fría", al no poder regular su propia temperatura corporal. A este grupo pertenecen los animales invertebrados y además los peces, anfibios y reptiles.

### ***TERMORREGULACIÓN***

Es la capacidad que tiene el organismo para regular su propia temperatura corporal, incluso cuando la temperatura circundante es muy diferente. Los animales homeotermos tienen capacidad para regular su propia temperatura.

## **| SEGUNDA PARTE**

**ROBERTO**

## . REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Europea de Medio Ambiente. 2004. Impactos del cambio climático en Europa: una evaluación basada en indicadores. Ministerio de Medio Ambiente.
- Araújo M.B., R.G. Pearson, W. Thuiller & M. Erhard. 2005a. Validation of species–climate impact models under climate change. *Global Change Biology* 11: 1504-1513.
- Araújo, M.B., R.J. Whittaker, R.J. Ladle, M. Erhard. 2005b. Reducing uncertainty in projections of extinction risk from climate change. *Global Ecology & Biogeography*, 14: 529-538.
- Araújo, M.B., Thuiller, W. & Pearson, R.G. 2006. Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. *Journal of Biogeography* 33, 1712-1728.
- Araújo, M.B., Nogués-Bravo, D., Reginster, I., Rounsevell, M. & Whittaker, R.J. 2008. Exposure of European biodiversity to changes in human-induced pressures. *Environmental Science and Policy*, 11: 38-45.
- Araújo, M.B., del Dedo-Garcimartín, M., Pozo, I. & Calmaestra, R. 2010. *Evaluación de los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la fauna en España*. Tomo I (Informe). Subdirección General de Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino & Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- Ayres, M.P. & M.J. Lombardero. 2000. Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores & pathogens. *The Science of the Total Environment* 262:263-286.
- Bakkenes M., Alkemade J.R.M., Ihle F., Leemans R. & J.B. Latour. 2002. Assessing effects of forecasted climate change on the diversity & distribution of European higher plants for 2050. *Global Change Biology* 8: 390-407.
- Battisti, A., Stastny, M., Netherer, S., Robinet, C., Schopf, A. 2005. Expansion of geographic range in the pine processionary moth caused by increased winter temperatures. *Ecol. Appl.* 15: 2084-96.
- Beebee, T. J. C. 1995. Amphibian Breeding and Climate. *Nature* 374:219-220.
- Beniston, M. & Tol, R.S.J. 1998. Europe, en: *The Regional Impacts of Climate Change. An assessment of Vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change Working Group II. Eds. Watson, R.T.; M.C. Zinyowera & R.H. Moss. Cambridge University Press: 149-185.
- Benito, M. 2006. El efecto del cambio climático sobre las distribuciones de los bosques ibéricos: Pasado, presente y futuro”. Memoria de Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología.

- Bergmann, F. 1999. Long-term increase in numbers of early-fledged Reed Warblers (*Acrocephalus scirpaceus*) at Lake Constance (Southern Germany). *Journal fuer Ornithologie* 140:83-87.
- Blaustein, A.R., Wake, D.B. & Sousa, W.P. 1994. Amphibian declines: judging stability, persistence and susceptibility of populations to local and global extinctions. *Conservation Biology* 8:60-71.
- Blaustein, A. R., L. K. Belden, D. H. Olson, D. M. Green, T. L. Root, and J. M. Kiesecker. 2001. Amphibian breeding and climate change. *Conservation Biology* 15:1804-1809.
- Blaustein, A.R., Romansic, J.M., Kiesecker, J.M & Hatch, A.C. 2003. Ultraviolet radiation, toxic chemicals and amphibian population declines. *Diversity and Distributions* 9, 123-140.
- Both, C., Artemyev, A.V., Blaauw, B., Cowie, R.J., Dekhuijzen, A.J. 2004. Large-scale geographical variation confirms that climate change causes birds to lay earlier. *Proc. R. Soc. London Ser. B* 271: 1657-62.
- Botkin, D.B., H. Saxe, M.B. Araújo, & R. Betts. 2007. Forecasting the effects of global warming on biodiversity. *BioScience* 57, No 3: 227-236.
- Bradshaw, W. E. & C.M. Holzapfel. 2001. Genetic shift in photoperiodic response correlated with global warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 98: 14509-14511.
- Broennimann, O., W. Thuiller, G. Hughes, G.F. Midgley, J.M.R. Alkemade, A. Guisan. 2006. Do geographic distribution, niche property & life form explain plants' vulnerability to global change? *Global Change Biology* 12: 1079-1093.
- Buckup, P.A. & Melo, M.R.S. 2005. Phylogeny and distribution of fishes of the *Characidium lauroi* group as indicators of climate change in Southeastern Brazil. En: Lovejoy, T. E. & L. J. Hannah. 2005. *Climate Change & Biodiversity*. Yale University Press. Pags. 193-195.
- Burgmer, T., Hillebrand H. & M. Pfenninger. 2007. Effects of climate-driven temperature changes on the diversity of freshwater macroinvertebrates. *Oecologia* 151: 93-103. DOI: 10.1007/s00442-006-0542-9.
- Cabello, J. & Paruelo, J.M. 2008. La teledetección en estudios ecológicos. *Ecosistemas*, 17 (3):1-3.
- Cantos, F.J., Torres, A. & N. Beltran 2010. *Guía de Reservas de la Biosfera Españolas. Armonía hombre-Naturaleza*. OAPN. MARM.
- Carey, C. & M. A. Alexander. 2003. Climate change and amphibian declines: is there a link? *Diversity and Distributions* 9:111-121.
- Carey, C., Heyer, W.R., Wilkinson, R.A. Alford, J.W. Arntzen, T. Halliday, L. Hungerford, K.R. Lips, E.M. Middleton, S.A. Orchard & A.S. Rand. 2001. Amphibian declines and Environmental Change: Use of Remote-Sensing data to identify Environmental correlates. *Conservation biology* 15: 903-913.

- Carrascal, L.M. & Lobo, J.M. 2003. Respuestas a viejas preguntas con nuevos datos: estudio de los patrones de distribución de la avifauna española y consecuencias para su conservación. En: Martí R. y del Moral J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología. Madrid: 651-668.
- Catling, P.M. 1996. Evidence for the recent northward spread of *Enallagma civile* (Zygoptera: Coenagrionidae) in southern Ontario. *Proceedings of the Entomological Society of Ontario*, 127: 131-133.
- Chambers, L.E., L. Hughes & M.A. Weston. 2005. Climate change & its impact on Australia's avifauna. *Emu* 105: 1-20.
- Coope, R. 1995. The effects of Quaternary climatic change on insect populations: lessons from the past. In *17th Symposium Royal Entomological Society: insects in a changing environment*. Ed. R. Harrington & N.E. Stork. London: Academic: 29-48.
- Corn, P. S. & J. C. Fogleman. 1984. Extinction of Montane Populations of the Northern Leopard Frog (*Rana pipiens*) in Colorado. *Journal of Herpetology* 18:147-152.
- Coulson, T.; E.J. Milner-Gulland & T. Clutton-Brock, 2000. The relative roles of density and climatic variation on population dynamics and fecundity rates in three contrasting ungulate species. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 267: 1771-1779.
- Crozier, L. 2003. Winter warming facilitates range expansions: cold tolerance of the butterfly *Atalopedes campestris*. *Oecologia*, 135: 648-656.
- Debinski, D.M, Jakubauskas, M.E. & Kindscher, K. 2000. Montane meadows as indicators of environmental change. *Environmental Monitoring & Assessment*, 64: 213-225.
- Dell, D., Sparks, T.H. & Dennis, L.H. 2005. Climate change & the effect of increasing temperatures on emergence dates of the butterfly *Apatura iris* (Lepidoptera: Nymphalidae). *European Journal of Entomology* 102: 161-167.
- Dennis, R.L. 1993. *Butterflies and climate change*. Manchester University Press, New York, 234 p.
- Dewar, R.C. & Watt, A.D. 1992. Predicted changes in the synchrony of larval emergence & budburst under climatic warming. *Oecologia* 89: 557-559.
- Baroglio, C. 2006. Diccionario de las Ciencias Agropecuarias. 1ª ed. Córdoba: Encuentro Grupo editor.
- Duellman, W.E. & Trueb, L. 1986. *Biology of Amphibians*. McGraw-Hill, New York.
- Dunn, P.O., Winkler, D.W. 1999. Climate change has affected the breeding date of tree swallows throughout North America. *Proc. R. Soc. London Ser. B* 266:2487-90.



- Easterling, D.R., Karl, T.R., Gallo, K.P., Robinson, D.A., Trenberth, K.A. & Dai, A. 2000a. Observed climate variability and change of relevance to the biosphere. *Journal of Geophysical Research*, 105, 20, 101-20, 114.
- Easterling, D.R., Meehl, G.A., Parmesan, C., Changnon, S.A., Karl, T.R., Mearns, L.O. 2000b. Atmospheric science: Climate extremes: Observations, modeling & impacts. *Science.Washington D C*, 289: 2068-2074.
- Ellis, W.N., Kuchlein, J.H. & Donner, J.H. 1999. Is the Microlepidoptera fauna of The Netherlands shifting northwards? *Entomologische Berichten, Amsterdam*, 59: 161-168.
- Ellis, W.N.; Donner, J.H. & Kuchlein, J.H. 1997. Recent shifts in phenology of Microlepidoptera, related to climate change (Lepidoptera). *Entomologische Berichten, Amsterdam* 57: 66-72.
- Erhard M., van Minnen J. y Voigt T. 2002. *Proposed set of climate change state and impact indicators in Europe*. Copenhagen, European Environment Agency, Technical Report 20.
- Erschbamer, B., Kiebacher, T., Mallaun, M. & Unterluggauer, P. 2009. Short-term signals of climate change along an altitudinal gradient in the South Alps. *Plant Ecology*, 202: 79-89. DOI: 10.1007/s11258-008-9556-1.
- Escós, J. & Alados, C.L. 1991. Influence of weather and population characteristics of free-ranging Spanish ibex in the "Sierra de Cazorla y Segura" and in the eastern Sierra Nevada. *Mammalia* 55: 67-78.
- Felicísimo, A. M. 2010. *Evaluación de los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la flora en España*. Universidad de Extremadura. Dirección General de Biodiversidad – Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.
- Fernández-Llario, P. y Carranza, J. 2000. Reproductive performance of the wild boar in a Mediterranean ecosystem under drought conditions. *Ethology, Ecology & Evolution*, 12: 335-343.
- Fitter, A.H., Fitter, R.S.R., Harris, I.T.B. & Williamson, M.H. 1995. Relationships between first flowering date and temperature in the flora of a locality in central England. *Functional ecology*, 9: 55-60.
- Forchhammer, M.C.; N.C. Stenseth; E. Post & R. Langvatn (1998b) Population dynamics of Norwegian red deer: density-dependence and climatic variation. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 265: 341-350.
- Forister, M.L. & Shapiro, A.M. 2003. Climatic trends and advancing spring flight of butterflies in lowland California. *Global Change Biology*, 9: 1130-1135.
- García-Barros, E.; Munguira, M.L.; Martín Cano, J.; Romo Benito, H.; García-Pereira, P.; Maravalhas, E.S. 2004. Atlas de las mariposas diurnas de la Península Ibérica e islas Baleares (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea). *Monografías de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, vol. 11.

- Gibbs, J.P. & Breisch, A.R.. 2001. Climate warming and calling phenology of frogs near Ithaca, New York, 1900-1999. *Conservation Biology*, 15:1175-1178.
- Gitay H.; A. Suárez, R.T. Watson & D.J. Dokken (eds.) 2002. Climate Change & Biodiversity. WMO - UNEP, *IPCC Technical Paper*, 73 pgs.
- Gordo, O. 2007. La fenología nos alerta del cambio climático. *Quercus*, 253: 37-41.
- Gordo, O.; Brotons, L.; Ferrer, X. & Comas, P. 2005. Do changes in climate patterns in wintering areas affect the timing of the spring arrival of trans-Saharan migrant birds? *Global Change Biology*, 11: 12-21. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2004.00875.X.
- Gordo, O. & Sanz, J.J. 2005. Phenology & climate change: a longterm study in a Mediterranean locality. *Oecologia*, 146: 484-495.
- Gordo, O. & Sanz, J.J. 2006. Temporal trends in phenology of the honey bee *Apis mellifera* (L.) & the small white *Pieris rapae* (L.) in the Iberian Peninsula (1952-2004). *Ecological Entomology* 31: 261-268.
- Gordo, O. & Sanz, J.J. 2009. Long-term temporal changes of plant phenology in the western Mediterranean. *Global Change Biology* 15: 1930-1948. DOI: 10.1111/j.1365-2486-2009.01851.X.
- Gottfried, M., Pauli, H. & Grabherr, G. 1994. Die Alpen im "Treibhaus": Nachweise für das erwärmungsbedingte Höhersteigen der alpinen und nivalen Vegetation. *Jahrb Ver Schutz Bergwelt* 59:13-27.
- Grabherr, G., Gottfried, M, Pauli, H. 1994. Climate effects on mountain plants. *Nature*, 369:448.
- Graham, R.W. & Grimm, E.C. 1990. Effects of global climate change on the patterns of terrestrial biological communities. *Trends in Ecology & Evolution*, 5: 289-292.
- Harte, J & Shaw, R. 1995. Shifting dominance within a montane vegetation community - results of a climate-warming experiment. *Science*, 267: 876-880.
- Heegaard, E. & Vandvik, V. 2004. Climate change affects the outcome of competitive interactions – an application of principal response curves. *Oecologia*, 139: 459-466.
- Herrando, S. 2010 El cambio climático detrás de los altibajos en aves de Cataluña. *Quercus*, 288: pag 60-61.
- Heyer, W. R., Rand, A. S., Dacruz, C. A. G. & Peixoto, O. L.. 1988. Decimations, Extinctions, and Colonizations of Frog Populations in Southeast Brazil and Their Evolutionary Implications. *Biotropica*, 20:230-235.
- Hickling, R.; Roy, D.B.; Hill, J.K. & Thomas C.D. 2005. A northward shift of range margins in British Odonata. *Global Change Biology*, 11: 502-506.
- Hill, J. K.; Thomas, C.D.; Fox, R.; Telfer, M.G.; Willis, S.G.; Asher, J. & Huntley, B. 2002. Responses of butterflies to twentieth century climate warming: implications

for future ranges. *Proceedings of the Royal Society of London-Series B* 269: 2163-2171.

- Hofer, H.R. 1992. Veränderungen in der Vegetation von 12 Gipfeln des Berninagebietes zwischen 1905 und 1985. *Ber Geobot Inst ETH. Stiff Rubel* 58:39-54.
- Holt, R.D. 1990. The microevolutionary consequences of climate change. *Trends in Ecology and Evolution*, 5: 311-315.
- Holzinger, B., Hülber, K., Camenisch, M. & Grabherr, G. 2008. Changes in plant species richness over the last century in the eastern Swiss Alps: elevational gradient, bedrock effects and migration rates. *Plant Ecol* 195:179-196.
- Hoover, J.K. & Newman, J.A. 2004. Tritrophic interactions in the context of climate change: a model of grasses, cereal Aphids & their parasitoids. *Global Change Biology* 10: 1197-1208.
- Hughes L. 2000. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends in Ecology and Evolution* 15: 56-61.
- Huntley, B., Green, R., Collingham, Y. & Willis, S. 2007. *A Climatic Atlas of European Breeding Birds*. Durham Univ. RSPB.
- Ingram, G. J. 1990. The mystery of the disappearing frogs. *Wildlife Australia*, 27:6-7.
- Inouye, D.W. 2000. The ecological & evolutionary significance of frost in the context of climate change. *Ecology letters*, 3: 457-463.
- Inouye, D.W., Morales, M.A. & Dodge, G.J. 2002. Variation in timing and abundance of flowering by *Delphinium barbeyi* Huth (Ranunculaceae): The roles of snowpack, frost, & La Niña, in the context of climate change. *Oecologia*, 130:543-550.
- IPCC 2001 *Climate Change 2001: the scientific basis*. Cambridge University Press.
- Janzen, F.J. 1994. *Climate change and temperature-dependent sex determination in reptiles*.
- Kerr, J.T. 2001. Butterfly species richness patterns in Canada: energy, heterogeneity, & the potential consequences of climate change. *Conservation Ecology*, 5: 10.
- Klanderud, K. & Birks, H.J.B. 2003. Recent increases in species richness and shifts in altitudinal distributions of Norwegian mountain plants. *Holocene*, 13:1-6.
- Konvicka, M.; Maradova, M.; Benes, J.; Fric, Z. & Kepka, P. 2003. Uphill shifts in distribution of butterflies in the Czech Republic: effects of changing climate detected on a regional scale. *Global Ecology & Biogeography*, 12: 403-410.
- Laurance, W. F., McDonald, K. R. & Speare, R. 1996. Epidemic disease and the catastrophic decline of Australian rainforest frogs. *Conservation Biology*, 10:406-413.
- Lovejoy, T. E. & Hannah, L. J. 2005. *Climate Change & Biodiversity*. Yale University Press.

- Marco, A.; Lizana, M.; Suárez, C. & Nascimento, F. 2002. Radiación ultravioleta y declive de anfibios. *Quercus*, 192: 30-37.
- Merilä, J., Kruuk, L. E. N. y. Sheldon, B. C 2001. Cryptic evolution in a wild bird population. *Nature*, 412: 76-79.
- Montoya, R. & López Arias, J. 1997. *La red europea de seguimiento de daños en los bosques* (Nivel 1). España, 1987-1996. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Montserrat, V.J. 1976. *La distribución ecológica de las mariposas diurnas del Guadarrama*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid, 376 pp.
- Moore, K.M.S. & Gregory, S.V. 1988a. Response of young-of-the-year cutthroat trout to manipulation of habitat structure in a small stream. *Transactions of the American Fisheries Society*, 117: 162-170.
- Moore, K.M.S. & Gregory, S.V. 1988b. Summer habitat utilization & ecology of cutthroat trout fry (*Salmo clarki*) in Cascade Mountain streams. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 45: 1921-1930.
- Moreno Saiz, J.C.; Martínez Torres, R. & Tapia, F. 2003. Análisis del estado de conservación de la flora española. En: Bañares Baudet, Á.; G. Blanca; J. Güemes; J.C. Moreno Saiz & S. Ortiz (eds.). *Atlas y Libro Rojo de la flora vascular amenazada de España*. Taxones prioritarios. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid: 963-971.
- Moreno, J.M. (dir. / coord.) 2005. *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*. Proyecto ECCE. Ministerio de Medio Ambiente y Universidad de Castilla-La Mancha.
- Murray, M.B. & Ceulemans, R. 1998. Will tree foliage be larger & live longer? In: *European Forests & Global Change: The likely impacts of Rising CO2 & temperature*, P.G. Jarvis, ed., pp. 94-125. Cambridge: Cambridge University Press.
- Murray, M.B., Cannell, M.G.R. & Smith, R.I. 1989. Date of bud burst of fifteen tree species in Britain following climatic warming. *Journal of Applied Ecology* 26: 693-700.
- Oberhauser, K. & Townsend Peterson, A. 2004. Modelling current and future potential wintering distributions of eastern North American monarch butterflies. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 100: 14063-14068.
- Otterson, G., Planque, B., Belgrano, A., Post, E., Reid, P.C. & Stenseth, N.C. 2001. Ecological effects of the North Atlantic Oscillation. *Oecologia* 128: 1-14.
- Overpeck, J.T., Webb, R.S. & Webb III, T. 1992. Mapping eastern North American vegetation change over the past 18,000 years: No analogs & the future. *Geology* 20: 1071-1074.
- Palomares, F. 2003. The negative impact of heavy rains on the abundance of a Mediterranean population of European rabbits. *Mammalian Biology*, 68: 224-234.

- Parmesan C. & Yohe, G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421: 37-42.
- Parmesan, C. & Yohe, G. 2000. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421: 37-42.
- Parmesan, C. 2005. Biotic response: Range & Abundance Changes. In: *Climate Change & Biodiversity*. Lovejoy, T. E. & Hannah, L. J. Yale University Press.
- Parmesan, C. 2006. Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 37: 637-69.
- Parmesan, C.; Ryrholm, N.; Stefanescu, C.; Hill, J.K.; Thomas, C.D.; Descimon, H., Huntley, B.; Kaila, L.; Kullberg, J.; Tammaru, T.; Tennent, W.J.; Thomas, J.A. & Warren, M. 1999. Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature*, 399: 579-583.
- Pauli, H., Gottfried, M., Hohenwallner, D., Reiter, K., Casale, R., & Grabherr, G. 2004. *The GLORIA field manual* - Multi-Summit approach European Commission DG Research, EUR 21213, Office for Official Publications of the European Communities, European Commission, Luxembourg, 89 pgs.
- Pauli, H., Gottfried, M., Reiter, K., Klettner, C., Grabherr, G. 2007. Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994-2004) at the GLORIA master site Schrankogel, Tyrol, Austria. *Global Change Biology*, 13:147-156.
- Pearson R.G. & Dawson, T.P. 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology & Biogeography*, 12: 361-371.
- Peñuelas, J. & Filella, I. 2001. Responses to a warming world. *Science*, 294: 793-795.
- Peñuelas, J., Filella, I. & Comas, P. 2002. Changed plant & animal life cycles from 1952 to 2000 in the Mediterranean region. *Global Change Biology*, 8: 531-544.
- Peterson A.T., Sanchez-Cordero, V., Soberon, J., Bartley, J., Buddemeier, R.W., Navarro-Siguenza, A.G. 2001. Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae. *Ecological Modelling*, 144: 21-30.
- Peterson, A.T, Tian, H, Martínez-Meyer, E, Soberón, J., Sánchez-Cordero, V. & Huntley, B. 2005. Modeling distributional shifts of individual species and biomes. En: Lovejoy, T. E. & L. J. Hannah. 2005. *Climate Change & Biodiversity*. Yale University Press. Pags. 211-228.
- Pettorelli, N.; A. Mysterud; N.G. Yoccoz; R. Langvatn & N.C. Stenseth (2005) Importance of climatological downscaling and plant phenology for red deer in heterogeneous landscapes. *Proc. R. Soc. B*, 272: 2357-2364.
- Pleguezuelos, J.M., Márquez, R. & Lizana, M., eds. 2002. *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza – Asociación Herpetológica Española, Madrid, 584 pp.

- Pollard, E. & Yates, T.J. 1993. *Monitoring Butterflies for Ecology and Conservation*. Chapman & Hall, London.
- Porter, J.H.; Parry, M.L. & Carter, T.R. 1991. The potential effects of climate change on agricultural insect pests. *Agricultural & Forest Meteorology*, 57: 221-240.
- Post, E.; N.C. Stenseth; R. Langvatn & J.-M. Fromentin (1997) Global climate change and phenotypic variation among red deer cohorts. *Proc. R. Soc. B*, 264: 1317-1324.
- Pounds, J. A. & Crump, M. L. 1994. Amphibian declines and climate disturbance: The case of the golden toad and the harlequin frog. *Conservation Biology*, 8:72-85.
- Pounds, J. A., Fogden, M. P. L., & Campbell, J. H. 1999. Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature*, 398:611-615.
- Pounds, J.A., Fogden, M.P.L. & Masters, K.L. 2005. Responses of natural communities to climate change in a high land tropical forest. Case study. En: Lovejoy, T. E. & L. J. Hannah. 2005. *Climate Change & Biodiversity*. Yale University Press.. Pags. 70-74.
- Pounds, J.A., Bustamante, M.R., Coloma, L.A., Consuegra, J.A., Fogden, M.P.L., Foster, P.N., La Marca, E., Masters, K.L., Merino-Viteri, A., Puschendorf, R., Ron, S.R., Sánchez-Azofeifa, F.A., Still, C.J. & Young, B.E. 2006. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature* 439: 161-167.
- Price, M.V. & Waser, N.M. 1998. Effects of experimental warming on plant reproductive phenology in a subalpine meadow. *Ecology* 79: 1261-1271.
- Reading, C.J. 1998. The effect of winter temperatures on the timing of breeding activity in the common toad *Bufo bufo*. *Oecologia* 117:469-475.
- Requés, R. & Tejedo, M. 2002. *Bufo calamita*. En: *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España* (Pleguezuelos, J.M., Márquez, R. & Lizana, M., eds.). Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid:188-189.
- Rodríguez-Trelles, F. & Rodríguez, M.A. 1998. Rapid microevolution & loss of chromosomal diversity in *Drosophila* in response to climate warming. *Evolutionary Ecology* 12: 829-838.
- Rome, L.C., Stevens, E. D. & John-Alder, H.B. 1992. The influence of temperature and thermal acclimation on physiological function. *Environmental physiology of the amphibia* (ed. by M.E. Feder and W.W. Burggren), pp.183-205. University of Chicago Press, Chicago.
- Root, T.L., MacMynowski, D.P., Mastrandrea, M.D. & Schneider, S.H. 2005. Human-modified temperatures induce species changes: Joint attribution. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 102: 7465-7469.
- Root, T.L., Price, J.T., Hall, K.R., Schneider, S.H., Rosenzweig, C. & Pounds, J.A. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals & plants. *Nature*, 421: 57-60.

- Roy, D.B. & Sparks, T.H. 2000. Phenology of British butterflies & climate change. *Global Change Biology*, 6: 407-416.
- Sanz, J.J., Potti, J., Moreno, J., Merino, S. & Frias O. 2003. Climate change and fitness components of a migratory bird breeding in the Mediterranean region. *Global Change Biology*, 9: 461-472.
- Sanz, J.J. 2002. Climate change and birds: have their ecological consequences already been detected in the Mediterranean region? *Ardeola*, 49: 109-120.
- Saxe, H.; Cannell, M.G.R.; Johnsen, Ø.; Ryan, M.G. & Vourlitis, G. 2000. Tree & forest functioning in response to global warming. *New Phytologist* 149: 369-399.
- Schwartz, M.D. 1998. Green-wave phenology. *Nature*, 394: 839-840.
- Sinsch, U. 1991. Mini-review: the orientation behaviour of amphibians. *Herpetological Journal*, 1, 541-544.
- Skirvin, D.J., Perry, J.N. & Harrington, R. 1997. The effect of climate change on an aphid-coccinellid interaction. *Global Change Biology*, 3: 1-11.
- Sparks, T.H. & Yates, T.J. 1997. The effect of spring temperature on the appearance dates of British butterflies 1883-1993. *Ecography*, 20: 368-374.
- Sparks, T.H., Jeffree, E.P. & Feffree, E.E. 2000. An examination of the relationship between flowering times & temperature at the national scale using long-term phenological records from the UK. *International Journal of Biometeorology*, 44: 82-87.
- Stefanescu, C.; Peñuelas, J. & Filella, I. 2003. Effects of climatic change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean Basin. *Global Change Biology* 9: 1494-1506.
- Stewart, M. M. 1995. Climate Driven Population Fluctuations in Rain-Forest Frogs. *Journal of Herpetology* 29:437-446.
- Tauber, M.J., Tauber, C.A. & Masaki, S. 1986. Seasonal adaptations of Insecta. Oxford University Press.
- Tejedo, M. 2003. El declive de los anfibios. La dificultad de separar las variaciones naturales del cambio global. En: Rubio X. (ed.). La conservación de los anfibios en Europa. Munibe Suplemento 16: 20-43.
- Thomas, C.D. & Lennon, J.J. 1999. Birds extend their ranges northwards. *Nature*, 399: 213.
- Thuiller W, Broennimann, O., Hughes, G., Alkemade, J.M.R., Midgley, G.F. & Corsi, F. 2006. Vulnerability of African mammals to anthropogenic climate change under conservative land transformation assumptions. *Global Change Biology*, 12, 424-440.
- Thuiller, W., Lavorel, S, Araújo, M.B., Sykes, M.T. & Prentice, I.C. 2005. Climate change threats to plant diversity in Europe. *National Academy of Sciences of the USA*. 102, 23:8245-8250.

- Townsend Peterson, A.; Martínez-Meyer, E.; González-Salazar, C. & Hall, P.W. 2004. Modelled climate change effect on distribution of Canadian butterfly species. *Canadian Journal of Zoology*, 82: 851-858.
- Turchetto, M. & Vanin, S. 2004. Forensic entomology & climatic change. *Forensic Science International* 146: 207-209.
- Turner, J., Gatehouse, C. & Corey, C. 1987. Does solar energy control organic diversity? Butterflies, moths and the British climate. *Oikos*, 48: 195-205.
- Umina, P.A.; Weeks, A.R.; Kearney, M.R.; McKechnie, S.W. & Hoffmann, A.A. 2005. A rapid shift in a classic clinal pattern in *Drosophila* reflecting climate change. *Science*, 308: 691-693.
- Veiga, J.P. 1986. Interannual fluctuations of three microtine populations in Mediterranean environments: the effect of the rainfall. *Mammalia*, 50: 114-116.
- Visser, M.E., A.J. Van Noordwijk, J.M. Tinbergen & Lessells, C.M. 1998. Warmer springs lead to mistimed reproduction in Great Tits (*Parus major*). *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 265: 1867-1870.
- Visser, M.E.; Holleman, L.J.M. & Gienapp, P. 2006. Shifts in caterpillar biomass phenology due to climate change and its impact on the breeding biology of an insectivorous bird. *Oecologia*, 147: 164-172.
- Walther, G.-R., Beibner, S. & Burga, C.A. 2005. Trends in the upward shift of alpine plants. *Journal of Vegetation Science*, 16:542-548.
- Walther, G.-R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J.-M., Hoegh-Guldberg, O. & Bairlein, F. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416: 389-395.
- Ward, J.K. & Strain, B.R. 1999. Elevated CO<sub>2</sub> studies: Past, present & future. *Tree physiology*, 19: 211-220.
- Warren, M.S., Hill, J.K., Thomas, J.A., Asher, J., Fox, R. & Huntley, B. 2001. Rapid responses of British butterflies to opposing forces of climate & habitat change. *Nature*, 414: 65-69.
- Watson, R.T.; Zinyowera, M. & Moss, R.H. 1998. *The regional impacts of climate change, an assessment of vulnerability*. A special report of IPCC working group 2. Cambridge University Press.
- Weygoldt, P. 1989. Changes in the Composition of Mountain Stream Frog Communities in the Atlantic Mountains of Brazil Frogs as Indicators of Environmental Deteriorations. *Studies on Neotropical Fauna & Environment*, 24:249-256.
- Williams, D.W. & Liebhold, A.M. 1995. Herbivorous insects and global change: potential changes in the spatial distribution of forest defoliator outbreaks. *Journal of Biogeography*, 22: 665-671.



- Wilson, R.J.; Gutiérrez, D.; Gutiérrez, J. & Montserrat, V.J. 2007. An elevational shift in butterfly species richness & composition accompanying recent climate change. *Global Change Biology*, 13:1873-1887. DOI: 10.1111/j.1365.2486.2007.01418.X.
- Wilson, R.J.; Gutiérrez, D.; Gutiérrez, J.; Martínez, D.; Agudo, R. & Montserrat, V.J. 2005. Changes to the elevational limits & extent of species ranges associated with climate change. *Ecology Letters*, 8: 1138-1146.
- Winkel, W. & Hudde, H. 1996. Long-term changes of breeding parameters of Nuthatches *Sitta europaea* in two study areas of northern Germany. *Journal fuer Ornithologie*, 137:193-202.
- Young, B. E., Lips, K. R., Reaser, J. K., Ibanez, R., Salas, A. W., Cedeno, J. R., L. Coloma, A., Ron, S., La Marca, E., Meyer, J. R., Munoz, A., Bolanos, F., Chaves, G., & Romo, D. 2001. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. *Conservation Biology* 15:1213-1223.
- Zhou, X.; Harrington, R.; Woiwod, I.P.; Perry, J.N.; Bale, J.S. & Clark, S.J. 1995. Effects of temperature on aphid phenology. *Global Change Biology*, 1: 303-313.

#### Otras referencias de interés

- Altermatt, F. 2009. Climatic warming increases voltinism in European butterflies and moths. *Proceedings of the Royal Society B online*.
- Arroyo, J.; J.C. Iturrondobeitia; A.I. Caballero & S. González-Carcedo. 2003. Una aproximación al uso de taxones de artrópodos como bioindicadores de condiciones edáficas en agrosistemas. *Boletín S.E.A.*, nº 32: 73-79.
- Bale, J.S., G.J. Masters, I.D. Hodkinson, C. Awmack, T.M. Bezemer & V.K. Brown. 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology* 8: 1-16.
- Battisti, A., M. Stastny, E. Buffo & S. Larsson. 2006. A rapid altitudinal range expansion in the pine processionary moth produced by the 2003 climatic anomaly. *Global Change Biology* 12: 662-671.
- Beaumont, L.J. & L. Hughes. 2002. Potential changes in the distributions of latitudinally restricted Australian butterfly species in response to climate change. *Global Change Biology* 8: 954-971.
- Blenckner, T. & D. Chen. 2003. Comparison of the impact of regional and North Atlantic atmospheric circulation on an aquatic ecosystem. *Clim. Res.*, 23: 131-136.
- Blenckner, T. & H. Hillebrand. 2002. North Atlantic Oscillation signatures in aquatic and terrestrial ecosystems-a metaanalysis. *Global Change Biology*, 8: 203-212.

- Bosch, J.; L.M. Carrascal; L. Durán; S. Walker & M.C. Fisher. 2006. Climate change and outbreaks of amphibian chytridomycosis in a montane area of Central Spain; is there a link? *Proceedings of the Royal Society B*, 274: 253-260.
- Briers, R.A.; J.H.R. Gee & R. Geoghegan. 2004. Effects of the North Atlantic on growth and phenology of stream insects. *Ecography*, 27: 811-817.
- Brooks, S.J. & H.J.B. Birks. 2000. Chironomid-inferred late-glacial and early-Holocene mean July air temperature for Kråkenes lake, western Norway. *J. Paleolim.* 23: 77-89.
- Burton, J. F. & T.H. Sparks. 2003. The flight phenological responses of Lepidoptera to climate change in Britain & Germany. *Atalanta* 34: 3-16.
- Buse, A. & J.E.G. Good. 1996. Synchronization of larval emergence in winter moth (*Operophtera brumata* L.) and budburst in pedunculate oak (*Quercus robur* L.) under simulated climate change. *Ecological Entomology* 21: 335-343.
- Bustamante J. 1997. Predictive models for lesser kestrel *Falco naumanni* distribution, abundance and extinction in southern Spain. *Biological Conservation* 80: 153-160. DOI: 10.1016/S0006-3207(96)00136-X.
- Cannon, R.J.C. 1998. The implications of predicted climate change for insect pests in the UK, with emphasis on non-indigenous species. *Global Change Biology* 4: 785-796.
- Chen, X.Q. & Pan, W.F. 2002. Relationships among phenological growing season, time-integrated normalized difference vegetation index and climate forcing in the temperate region of Eastern China. *International Journal of Climatology* 22: 1781-1789.
- Clerk, S., Hall, R., Quinlan, R. & Smol, J.P. 2000. Quantitative inferences of past hypolimnetic anoxia and nutrient levels from a Canadian Precambrian Shield lake. *J. Paleolim.* 23: 319-336.
- Crick, H.Q.P.; C. Dudley; D.E. Glue & D.L. Thomson. 1997. UK birds are laying eggs earlier. *Nature*, 388: 526-527.
- Crozier L (2004) Warmer winters drive butterfly range expansion by increasing survivorship. *Ecology*, 85: 231-241.
- de Castro, M., Martín-Vide, J. & Alonso, S. 2005. El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático (ed. J.M. Moreno Rodríguez). Ministerio de Medio Ambiente, Madrid: 1-65.
- Fernández-González, F. 2002 Indicadores de biodiversidad: el estado actual de la investigación. En: Ramírez L. (ed.) Indicadores ambientales. Situación actual y perspectivas. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid: 265-294.

- Florenzano, G.T. 2004. Birds as indicators of recent environmental changes in the Apennines (Foreste Casentinesi National Park, central Italy). *Italian Journal of Zoology* 71: 317-324. DOI: 10.1080/11250000409356589.
- Forchhammer, M.C.; E. Post; N.C. Stenseth. 1998. Breeding phenology and climate. *Nature*, 391: 29-30.
- Franks, S.J.; S. Sim & A. E. Weis. 2007. Rapid evolution of flowering time by an annual plant in response to a climate fluctuation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 104, 4: 1278-1282.
- Gignac, L.D. 2001. Bryophytes as Indicators of Climate Change. *The Bryologist* 104: 410-420.
- Gordo, O. & Sanz, J.J. (in press) Impact of climate change on plant phenology in Mediterranean ecosystems. *Global Change Biology*.
- Gordo, O. & Sanz, J.J. 2006. Climate change & bird phenology: a long-term study in the Iberian Peninsula. *Global Change Biology* 12: 1993-2004. DOI: 10.1111/j.1365-2486-2006.01178.X.
- Hampe, A. & Petit, R.J. 2005. Conserving biodiversity under climate change: The rear edge matters. *Ecology Letters* 8: 461-467.
- Hampe, A. & R.J. Petit. 2005. Conserving biodiversity under climate change: the rear edge matters. *Ecology Letters*, 8: 461-467.
- Hampe, A. 2004. Cómo ser un relicto en el Mediterráneo: ecología de la reproducción y la regeneración de *Frangula alnus* subsp. *baetica*. Tesis doctoral, Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla.
- Harrington, R.; Fleming, R.A. & Woiwod, P. 2001. Climate change impacts on insect management & conservation in temperate regions: can they be predicted? *Agricultural & Forest Entomology* 3: 233-240.
- Harrington, R.; S.J. Clark; S.J. Welham; P.J. Verrier; C.H. Denholm; M. Hullé; D. Maurice; M.D. Rounsevell & N. Cocu (2007) Environmental change and the phenology of European aphids. *Global Change Biology* 13: 1550-1564.
- Harrington, R.; Woiwod, I. & Sparks, T.H. 1999. Climate change & trophic interactions. *Trends in Ecology & Evolution* 14: 146-150.
- Harte, J.; Ostling, A.; Green, J.L. & Kinzig, A. 2004. Biodiversity conservation: Climate change & extinction risk. *Nature* 430: 33. DOI: 10.1038/nature02718.
- Hill, J.K.; C.D. Thomas & B. Huntley. 1999. Climate and habitat availability determine 20th century changes in a butterfly's range margin. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 266: 1197-1206.
- Hill, J.K.; C.L. Hughes; C. Dytham & J.B. Searle. 2006. Genetic diversity in butterflies: interactive effects of habitat fragmentation and climate-driven range expansion. *Biology Letters*, 2: 152-154.

- Hitz, S. & Smith, J. 2004. Estimating global impacts from climate change. *Global Environmental Change* 14: 201-208.
- Hódar, J. A. & Zamora, R. 2004. Herbivory & climatic warming: a Mediterranean outbreaking caterpillar attacks a relict, boreal pine species. *Biodiversity & Conservation* 13: 493-500.
- Hódar, J.A.; Castro, J. & Zamora, R. 2003. Pine processionary caterpillar *Thaumetopoea pityocampa* as a new threat for relict Mediterranean Scots pine forests under climatic warming. *Biological Conservation* 110: 123-129.
- Hódar, J.A.; Zamora, R. & Peñuelas, J. 2004. El efecto del cambio global en las interacciones planta-animal. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante* (ed. F. Valladares). Ministerio de Medio Ambiente, Madrid: 461-478.
- Hogg, I.D. & D.D. Williams. 1996. Response of stream invertebrates to a global-warming thermal regime: an ecosystem-level manipulation. *Ecology*, 77: 395-407.
- Hulme, P.E. 2005. Adapting to climate change: is there scope for ecological management in the face of a global threat? *Journal of Applied Ecology* 42: 784–794.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2007. Impacts, Adaptation & Vulnerability*. Cambridge University Press.
- Jarvinen, A. (1994) Global warming and egg size of birds. *Ecography*, 17: 108-110.
- Klanderud, K. & O. Totland. 2005. Simulated climate change altered dominance hierarchies and diversity of an alpine biodiversity hotspot. *Ecology*, 86: 2047-2054.
- Larocque, I., Hall, R.I. & Grahn, E. 2001. Chironomids as indicators of climate change: a 100-lake training set from a subarctic region of northern Sweden (Lapland). *Journal of Paleolimnology* 26: 307-322.
- Lewis, O.T. (2006) Climate change, species–area curves and the extinction crisis. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol.*, 361: 163-171.
- Lobo, A.; Ibáñez, J.J. & Carrera, C. 1997. Regional scale hierarchical classification of temporal series of AVHRR vegetation index. *International Journal of Remote Sensing* 18: 3167-3193.
- Lobo, J.M. 2001. Decline of roller dung beetle populations in Iberian Peninsula during the 20th century. *Biological Conservation* 97: 43-50.
- Lockwood; J.L. (2004) How do biological invasions alter plant diversity. En: Lomolino, M.V. & L.R. Heaney (eds.) *Frontiers of biogeography-new directions in the geography of nature*. Sinauer Associates, M.A. Sunderland, pp. 397-310.
- Loehle, C. 2000. Forest ecotone response to climate change: Sensitivity to temperature response functional forms. *Canadian Journal of Forest Research* 30: 1632-1645.

- Lotter, A.F., Birks, H.J.B., Hofmann, W. & Marchetto, A. 1997. Modern diatom, cladocera, chironomid, and chrysophyte cyst assemblages as quantitative indicators for the reconstruction of past environmental conditions in the Alps. I: Climate. *J. Paleolim.* 18: 395-420.
- Lotter, A.F., Birks, H.J.B., Hofmann, W. & Marchetto, A. 1998. Modern diatom, cladocera, chironomid, and chrysophyte cyst assemblages as quantitative indicators for the reconstruction of past environmental conditions in the Alps. II. Nutrients. *J. Paleolim.* 19: 443-463.
- MacPhee, R.D.E. 1999. *Extinctions in Near Time: Causes, Contexts & Consequences*. New York: Kluwer Academic/Plenum.
- Malcolm, J.R.; C. Liu; R.P. Neilson; L. Hansen & L. Hannah (2006) Global warming & extinctions of endemic species from biodiversity hotspots. *Conservation Biology* 20: 538-548.
- Marco, A. & Lizana, M. 2002. Efectos de la radiación ultravioleta sobre los anfibios en áreas de montaña. *Actas de las III Jornadas Científicas del Parque Natural de Peñalara y del Valle del Paular. Biodiversidad: investigación conservación y seguimiento*. Comunidad de Madrid: 73-80.
- Marco, A. & Pollo, C. 1993. Análisis biogeográfico de la distribución del lagarto verdinegro (*Lacerta schreiberi* Bedriaga 1878). *Ecología* 7: 457-466.
- Marini, M.A., M. Barbet-Massin, L.E. Lopes & F. Jiguet. 2009. Predicted Climate-Driven Bird Distribution Changes & Forecasted Conservation Conflicts in a Neotropical Savanna. *Conservation Biology*, 23: 1558-1567. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2009.01258.X.
- McLachlan, J.S.; J.S. Clark & P.S. Manos. 2005. Molecular indicators of tree migration capacity under rapid climate change. *Ecology* 86: 2088-2098.
- Menéndez, R.; A. González Megías & J.K. Hill et al., 2006. Species richness changes lag behind climate change. *Proceedings of the Royal Society B*, 273: 1465-1470.
- Merrill, R.M.; D. Gutiérrez; O.T. Lewis; J. Gutiérrez; S. B. Díez & R.J. Wilson. 2008. Combined effects of climate and biotic interactions on the elevational range of a phytophagous insect. *Journal of Animal Ecology*, 77: 145-155.
- Mezquida, E.T.; Villarán, A. & J.P. Parra. 2007. Timing of autumn bird migration in central Spain in light of recent climate change. *Ardeola* 54(2): 251-259.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. *Qué es el cambio climático y cómo nos afecta* [en línea]. < <http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/>>. (Consulta 02-02-2014).
- Montoya, J.M. & Mesón, M.L. 1994. Los factores catalizadores de "la seca de Quercus". *Ecología* 8: 185-191.
- Moretti, M; Conedera, M.; Moresi, R. & Guisan, A. 2006. Modelling the influence of change in fire regime on the local distribution of a Mediterranean pyrophytic plant

- species (*Cistus salviifolius* L.) at its northern range limit. *Journal of Biogeography* 33: 1492-1502.
- Moss, R.; Oswald J.; D. Baines. 2001. Climate change and breeding success: decline of the capercaillie in Scotland. *Journal of Animal Ecology*, 79: 47-61.
  - Musolin, D.L. 2007. Insects in a warmer world: ecological, physiological and life-history responses of true bugs (Heteroptera) to climate change. *Global Change Biology* (2007) 13, 1565-1585.
  - Myneni, R.B., Keeling, C.D., Tucker, C.J., Asrar, G. & Nemani, R.R. 1997. Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981 to 1991. *Nature* 386: 698-702.
  - Noss, R.F. 2001. Beyond Kyoto: forest management in a time of rapid climate change. *Conservation Biology* 15, 578–590.
  - Olander, H., Korhola, A. & Blom, T. 1997. Surface sediment Chironomidae (Insecta: Diptera) distributions along an ecotonal transect in subarctic Fennoscandia: developing a tool for palaeotemperature reconstructions. *J. Paleolim.* 18: 45–59.
  - Pauli, H. 1994. Climate effects on mountain plants. *Nature*, 369: 448.
  - Pauli, H.; Gottfried, M. & Grabherr, G. 2001. High summits of the Alps in a changing climate. The oldest observation series on high mountain plant diversity in Europe. En: Walther, G.R.; C.A. Burga & P.J. Edwards (eds.), *Fingerprints of climate change. Adapted behaviour & shifting species range*. Kluwer Academic / Plenum Publishers, New York: 139-149.
  - Pearson, R.G. 2006. Climate change & the migration capacity of species. *Trends in Ecology & Evolution* 21: 111-113.
  - Peterson, A.T.; E. Martínez-Meyer; C. González-Salazar & P.W. Hall. 2004. Modeled climate change effects on distributions of Canadian butterfly species. *Canadian Journal of Zoology*, 82, 6: 851-858.
  - Primack, D.; C. Imbres; R.B. Primack; A.J. Miller-Rusching & P. del Tredici. 2004. Herbarium specimens demonstrate earlier flowering times in response to warming in Boston. *American Journal of Botany*, 91(8): 1260-1264.
  - Pritchard, G.; L.D. Harder & R.A. Mutch. 1996. Development of aquatic insect eggs in relation to temperature and strategies for dealing with different thermal environments. *Biol. J. Linnean Soc.*, 58: 221-244.
  - Przybylo, R.; B.C. Sheldon & J. Merilä. 2000. Climatic effects on breeding and morphology: evidence for phenotypic plasticity. *Journal of Animal Ecology*, 69: 395-403.
  - Pujante Mora, A.M. (1997) Los artrópodos como bioindicadores de la calidad de las aguas. *Bol. S.E.A.*, 20: 277-284.

- Rehfeldt, G.E.; Tchebakova, J.M.; Parfenova, Y.I.; Wykoff, W.R.; Kuzmina, N.A. & Milyutin, L.I. 2002. Intraspecific response to climate change in *Pinus sylvestris*. *Global Change Biology* 8: 1-18.
- Ribera, I. & Foster, G. 1997. El uso de artrópodos como indicadores biológicos. *Boletín de la SEA* 20: 265-276.
- Rivas-Martínez, S. 1983. Pisos bioclimáticos de España. *Lazaroa* 5: 33-43.
- Root, T.L. & Hugues, L. 2005. Present & future phenological changes in wild plants & animals, In: *Climate Change & Biodiversity*. Lovejoy, T. E. & Hannah, L. J. Yale University Press.
- Saether, B.-E.; J. Tufto; S. Engen; K. Jerstad; O.W. Røstad & J.E. Skåtan (2000) Population Dynamical Consequences of Climate Change for a Small Temperate Songbird. *Science*, 287: 854-856.
- Santos, T. & Tellería, J. 1995. Global environmental change to and the future of Mediterranean forest avifauna. En: Moreno J.M. y Oechel W.C. (eds.). *Global change & Mediterranean type ecosystems*. Springer-Verlag, New York: 457-470.
- Sanz, J.J. 2002. Climate change and breeding parameters of great and blue tits throughout the western Palaearctic. *Global Change Biology*, 8: 409-422.
- Sanz, J.J. 2003. Large-scale effect of climate change on breeding parameters of pied flycatchers in Western Europe. *Ecography*, 26: 45-50.
- Sekercioglu, C.H.; Schneider, S.H.; Fay, J.P. & Loarie, S.R. 2008. Climate change, elevational range shifts, & bird extinctions. *Conservation Biology* 22/1: 140-150. DOI: 10.1111/j.1523-1739-2007-00852.X.
- Seoane J.; Viñuela, J.; Díaz-Delgado, R. & Bustamante, J. 2003. The effects of land use and climate on red kite distribution in the Iberian peninsula. *Biological Conservation* 111: 401-414. DOI: 10.1016/S0006-3207(02)00309-9.
- Settele, J.; O. Kudrna; A. Harpke; I. Kühn; C. Van Swaay; R. Verovnik; M. Warren; M. Wiemers; J. Hanspach; T. Hickler; E. Kühn; I. van Halder; K. Veling; A. Vliegthart; I. Wynhoff & O. Schweiger (2008) *Climatic Risk Atlas of European Butterflies*. Pensoft.
- Shoo, L.P., Williams, S.E. & Hero, J.M. 2005. Potential decoupling of trends in distribution area & population size of species with climate change. *Global Change Biology* 11:1469-1476.
- Sparks, T.H.; R.L.H. Dennis; P.J. Croxton & M. Cade. 2007. Increased migration of Lepidoptera linked to climate change. *Euro. J. Entomol.*, 104: 139-143.
- Steele, B.B., R.L. Bayn, R.L. Jr. & Grant, C.V. 1984. Environmental monitoring using populations of birds and small mammals: Analysis of sampling effort. *Biological Conservation* 30: 157-172.
- Stefanescu, C. 2000. El Butterfly Monitoring Scheme en Catalunya: los primeros cinco años. *Treballs de la Societat Catalana de Lepidopterologia*, 15: 5-48.

- Stireman, J.O.; Dyer, L.A.; Janzen, D.H.; Singer, M.S.; Lill, J.T. & Marquis, R.J. 2005. Climatic unpredictability & parasitism of caterpillars: implications of global warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 102: 17384-17387.
  - Svenning, J.C. & Skov, F. 2004. Potential & actual ranges of plant species in response to climate change-implications for the impact of 21st century global warming on biodiversity. Paper presented at Copenhagen Meeting on Biodiversity & Climate Change, Environmental Assessment Institute; 28–29 August 2004, Copenhagen, Denmark.
  - Thomas, C.D.; A. Cameron; R.E. Green; M. Bakkenes; L.J. Beaumont; Y.C. Collingham; B.F.N. Erasmus; M. Feirrer de Siqueira; A. Grainger; L. Hannah; L. Hughes; B. Huntley; A.S. van Jaarsveld; G.F. Midgley; L. Miles; M.A. Ortega-Huerta; A.T. Peterson; O.L. Phillips & S.E. Williams. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature*, 427: 145-148.
  - Thuiller, W.; S. Lavorel; M.B. Araujo; M.T. Sykes & I.C. Prentice. 2005. Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 102: 8245-8250.
  - Underwood, E.C. & Fisher, B.L. 2006. The role of ants in conservation monitoring: if, when, & how. *Biological Conservation* 132, 166–182.
- Villafuerte, R. 2002. *Oryctolagus cuniculus* Linnaeus 1758. En: Palomo L.J. y Gisbert J. (eds). *Naturaleza-SECEM- SECEMU*, Madrid: 464-467.
- Walker, I. R., Levesque, A. J., Cwynar, L. C. & Lotter, A. F. 1997. An expanded surface-water palaeotemperature inference model for use with fossil midges from eastern Canada. *J. Paleolim.* 18: 165-178.
  - Warner, B. G. & Hann, J. 1987. Aquatic invertebrates as paleoclimatic indicators? *Quat. Res.* 28: 427-430.
  - Warren, M.S. et al., 2001. Climate versus habitat change: opposing forces underly rapid changes to the distribution and abundances of British butterflies. *Nature*, 414: 65-69.
  - Warwick, W. F. 1989. Chironomids, lake development and climate: a commentary. *J. Paleolim.* 2: 15-17.
  - Welch, D. 2005 What should protected area managers do in the face of climate change. *The George Wright Forum* 22: 75–93.
  - Woiwod, I.P. 1997. Detecting the effects of climate change on Lepidoptera. *Journal of Insect Conservation*, 1: 149-158.
  - Xenopoulos, M.A.; D.M. Lodge; J. Alcamo; M. Marker; K. Schulze & D.P. Van Vuuren. 2005. Scenarios of freshwater fish extinctions from climate change and water withdrawal. *Global Change Biology*, 11: 1557-1564.