



Seminario Montclima

Riesgos naturales y cambio climático en zonas de montaña

Estrategias para la gestión y la
prevención de los impactos de la sequía
en los bosques de las montañas SUDOE

30 de septiembre de 2021



Este proyecto está cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del programa INTERREG SUDOE 2014-2020

- 3** **Introducción general**
- 5** **Objetivos**
- 6** **Bienvenida del proyecto MONTCLIMA**
Eva García-Balaguer (CTP-OPCC, jefe de fila del proyecto MONTCLIMA)
- 7** **Apertura institucional**
Rosa Amorós i Capdevila (Presidencia de la Comunidad de Trabajo de los Pirineos CTP, Generalitat de Catalunya)
Joan Pino Vilalta (Director del CREAM)
- 8** **I. El contexto**
Riesgo de sequía en el espacio SUDOE. Datos históricos y proyecciones futuras
Sergio M. Vicente-Serrano (Instituto Pirenaico de Ecología, IPE-CSIC, y miembro del IPCC)
- 13** **II. Estrategias para la gestión y prevención de los impactos de la sequía en los bosques de las montañas SUDOE**
Cómo afecta la sequía a los bosques del espacio SUDOE
Jordi Martínez-Vilalta (CREAF)
- 15** **Cómo realizar el seguimiento de los impactos de la sequía en los bosques**
 - Experiencias en Portugal. Evaluación de los impactos de la sequía y calor en la productividad del bosque
Célia Gouveia (Universidade de Lisboa)
 - Experiencias en Cataluña, España. El programa DEBOSCAT: La red catalana de seguimiento de los efectos de la sequía
Mireia Banqué (CREAF)
 - Experiencias en Francia. La red francesa de seguimiento de la salud forestal
Morgane Goudet (Departamento de Salud Forestal, DSF. Ministerio de Agricultura y Alimentación de Francia)
- 21** **Cómo gestionar los bosques y el paisaje forestal para reducir los impactos de la sequía a escala local**
 - Experiencias en Castilla y León, España. La gestión forestal en la provincia de Valladolid. Adaptación a los escenarios de cambio climático
Alfonso González Romero (Junta de Castilla y León)
 - Experiencias en Francia. Estrategia y herramientas de gestión silvícola en bosques públicos franceses
Thierry Sardin (Oficina Nacional de Bosques, ONF)
 - Experiencias del proyecto SUDOE MONTCLIMA. Gestión forestal adaptativa en un encinar del macizo del Montnegre-Corredor (Barcelona)
Diana Pascual Sánchez (CREAF)
 - Experiencias del proyecto SUDOE MONTCLIMA. Repensar la resiliencia de los bosques ante un escenario de sequías crecientes. Interacción de riesgos y bosques protectores (Andorra)
Marc Font (Andorra Recerca + Innovació)
- 31** **Herramientas de modelización para aumentar la resiliencia a la sequía mediante la aplicación de estrategias de gestión forestal**
 - Experiencias en Valencia, España. Gestión forestal con objetivos múltiples, el modelo del proyecto LIFE RESILIENT FORESTS (C.A.F.E.)
María González Sanchís (Universitat Politècnica de València)
 - Experiencias en Portugal. Cambios potenciales de los nichos bioclimáticos de las especies forestales en Portugal
João A. Santos (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD)
 - Experiencias en Francia. CLIMESSENCES: Una herramienta para conocer la evolución de las especies forestales en un contexto de cambio climático
Xavier Bartet (Oficina Nacional de Bosques ONF - RMT AFORCE)
- 37** **Visita de campo:**
Parcelas experimentales del proyecto SUDOE MONTCLIMA en el macizo del Montnegre-Corredor (Llinars del Vallès, Barcelona)
- 41** **Conclusiones y orientaciones: lecciones aprendidas**

Introducción general



Este informe tiene como objetivo dar a conocer las principales conclusiones y líneas de actuación concretadas durante el **III Seminario Transnacional sobre Estrategias para la gestión y la prevención de los impactos de la sequía en los bosques de las montañas SUDOUE** del proyecto SUDOUE MONTCLIMA. El seminario, organizado por el CREAM, tuvo lugar de manera semipresencial el 30 de septiembre de 2021 en Barcelona, España.

El objetivo general de este Seminario, en línea con la vocación del proyecto MONTCLIMA, es contribuir a la mejora en las **estrategias para la gestión y la prevención de los impactos de la sequía en las montañas SUDOUE** con el objetivo de:

- ▶ Compartir conocimientos y experiencias sobre buenas prácticas de gestión y estrategias de prevención de los impactos de la sequía en los bosques.
- ▶ Contribuir a políticas más efectivas y eficaces de gestión forestal.
- ▶ Reforzar la resiliencia de los territorios de montaña del SUDOUE frente a las sequías y los impactos del cambio climático.

El proyecto SUDOUE MONTCLIMA contribuye al desarrollo de un **marco de referencia que sirva como estrategia transnacional para prevenir los riesgos naturales** que afectan con especial intensidad a las áreas montañosas del Sudoeste europeo.

Introducción general



Estas áreas de montaña son uno de los territorios más afectados por los fenómenos naturales y es de esperar que en el futuro estos riesgos puedan incrementarse de manera significativa como consecuencia del cambio climático. El calentamiento global provocado que el caudal promedio de los ríos de la cuenca mediterránea se haya reducido entre un 10% y un 20% en los últimos años **y si la sociedad no reacciona, las sequías serán cada vez más frecuentes, lo que sin duda aumentará el riesgo de incendios forestales.**

El paso del fuego provocará que la vegetación superficial se pierda y eso, unido a las lluvias extremas, agrava el fenómeno de la erosión.

Las zonas montañosas, por su propia morfología, clima y vegetación son especialmente vulnerables a las pérdidas de suelo y, de hecho, se estima que pierden entre 20 y 50 toneladas de suelo por hectárea al año. Esto implica una disminución en su capacidad para amortiguar el efecto de las lluvias intensas y, por tanto, en el aumento de inundaciones y desbordamientos. **Las sequías cada vez más severas, el aumento de las temperaturas y los cambios en los patrones de las precipitaciones son sólo algunas de las secuelas que esto puede implicar**, pero además de los daños medioambientales, estos riesgos están ocasionando también cuantiosas pérdidas económicas y sociales que afectarían a la forma de vida de los habitantes de los diferentes territorios implicados.

Los efectos devastadores de estos riesgos, que derivan tanto de los fenómenos naturales y su intersección con las infraestructuras y servicios de cada territorio, **no conocen fronteras ni respetan los límites administrativos, por lo que deberían analizarse de manera coordinada** entre los países y regiones afectadas y afrontarse desde un marco de colaboración transnacional que beneficie a todos. Sólo así se podrán proteger y preservar las áreas de montaña que comparten nuestros territorios.

www.montclima.eu

Objetivos

Este Seminario Transnacional sobre estrategias para la gestión y la prevención de los impactos de la sequía en los bosques de las montañas SUDOE se centró en:



Analizar los riesgos de sequía en el espacio SUDOE, compartir las estrategias de gestión y prevención de la sequía que se están aplicando en los bosques de las montañas del SUDOE y analizar cómo gestionar estos bosques y el paisaje forestal para reducir los impactos de la sequía a escala local.



Debatir sobre estrategias de prevención y gestión que refuercen la resiliencia de las zonas montañosas frente a la sequía y a los impactos del cambio climático.



Contrastar metodologías de evaluación y seguimiento de los impactos de la sequía junto con las herramientas de modelización y las estrategias de gestión forestal utilizadas para aumentar la resiliencia de los bosques de montaña SUDOE frente a la sequía.



Dar a conocer y divulgar las conclusiones de este seminario entre los profesionales del sector y la población en general.

Al igual que el Programa de Cooperación Europa Suroccidental (INTERREG V-B SUDOE), que toma la Estrategia «Europa 2020» como base para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador, la finalidad de este Seminario ha sido contribuir a dar una mayor cohesión a la aplicación de las buenas prácticas comunes en la prevención de los riesgos naturales, incidiendo sobre los impactos ocasionados por la sequía, para mejorar la prevención y gestión forestal de los bosques SUDOE.

Bienvenida del proyecto MONTCLIMA

Eva García-Balaguer (Observatorio Pirenaico de Cambio Climático de la Comunidad de Trabajo de Pirineos, [CTP-OPCC](#), jefe de fila del proyecto MONTCLIMA) introdujo el seminario poniendo sobre la mesa la necesidad de **fomentar la cooperación entre los distintos agentes implicados** en los territorios SUDOE: desde investigadores hasta las empresas y la ciudadanía, para que las herramientas de prevención de los riesgos climáticos y naturales resulten eficaces.

Éste es el tercero de 5 seminarios previstos en el marco MONTCLIMA: el primero, que tuvo lugar en Soria (España), versó sobre los 4 riesgos naturales estudiados en el proyecto y su vínculo con el cambio climático en las zonas de montaña del SUDOE: sequías, inundaciones, incendios forestales y erosión. El segundo se realizó en Leiria (Portugal) y se centró en estrategias para la gestión

y la prevención de incendios forestales en el espacio SUDOE. Este tercer seminario, llevado a cabo en el Institut d'Estudis Catalans de Barcelona (España), se focaliza en las estrategias para la gestión y la prevención de los impactos de sequía en los bosques de las montañas SUDOE. Después de este seminario se llevarán a cabo 2 más. Uno en Bilbao (España) sobre el riesgo de erosión y el último en Andorra sobre inundaciones.

A su vez, recordó la meta del proyecto MONTCLIMA: mejorar el conocimiento sobre el cambio climático y los riesgos naturales para ofrecer herramientas de prevención y dar respuestas para lograr más resiliencia ante los escenarios presentes y los que están por llegar. Y para que resulten realmente útiles, recalcó la **necesidad de una visión multirriesgo** para afrontar las problemáticas y retos estudiados.



Apertura institucional

Rosa Amorós i Capdevila (Presidencia de la Comunidad de Trabajo de los Pirineos CTP, Generalitat de Catalunya) subrayó la necesidad de **capitalizar las estrategias que se han llevado a cabo** en las distintas experiencias desarrolladas por el proyecto MONTCLIMA. Como Eva García Balaguer, señaló la importancia de la **visión multirriesgo** para hacer frente a los problemas derivados del cambio climático en las montañas, dado que los fenómenos extremos implican pérdidas tanto económicas como daños a bienes y personas.

Proyectos como MONTCLIMA permiten generar nuevas visiones, transferencias de conocimiento, así como nuevas alianzas que promuevan el desarrollo de estrategias de mejora de la resiliencia. Y conviene fomentar estas palancas porque los retos son grandes y se debe ser rápido a la hora de dar respuestas.

Es por ello también que se ha desarrollado la [Estrategia Pirenaica de Cambio Climático](#), una estrategia transfronteriza para impulsar la acción climática en la bioregión pirenaica.

Joan Pino Vilalta, como director del CREAM, entidad anfitriona del presente seminario, recordó la necesidad urgente e ineludible de avanzar en estas investigaciones y experiencias teniendo en cuenta los **episodios recientes de decaimiento forestal** de los bosques de las montañas SUDOE. La frecuencia e intensidad de los riesgos que enfrentan los bosques, así como la interacción de la actividad humana en ellos, deben ser abordados urgentemente y con rigor para crear **respuestas de adaptación climáticas eficaces y mejorar la toma de decisiones** ante las problemáticas del medio natural.

I. El contexto

Riesgo de sequía en el espacio SUDOE Datos históricos y proyecciones futuras

[Sergio M. Vicente-Serrano](#) 

(Instituto Pirenaico de Ecología, IPE-CSIC, y miembro del IPCC)

Las sequías han afectado a las sociedades humanas de forma muy notable y recurrente tal y como muestran los registros que fechan desde los siglos XV-XVI. **Las sequías son recurrentes y muy difíciles de**

predecir, no muestran una periodicidad clara y suceden con mucha **variabilidad espacial y temporal**. En España esta variabilidad espacial se explica por la diversidad climática que existe.

Los **impactos económicos de las sequías son elevados social y económicamente** como muestran los siguientes datos relativos a España desde 1991:

- ▶ 12 millones de habitantes sufrieron restricciones de agua en 1995.
- ▶ Entre 1991 y 1995, la sequía supuso 3.500 millones de euros en pérdidas económicas.
- ▶ Entre 1992 y 1995, la producción agrícola sufrió unas pérdidas anuales de 1.200 a 1.800 millones de euros respecto a los años anteriores y posteriores.

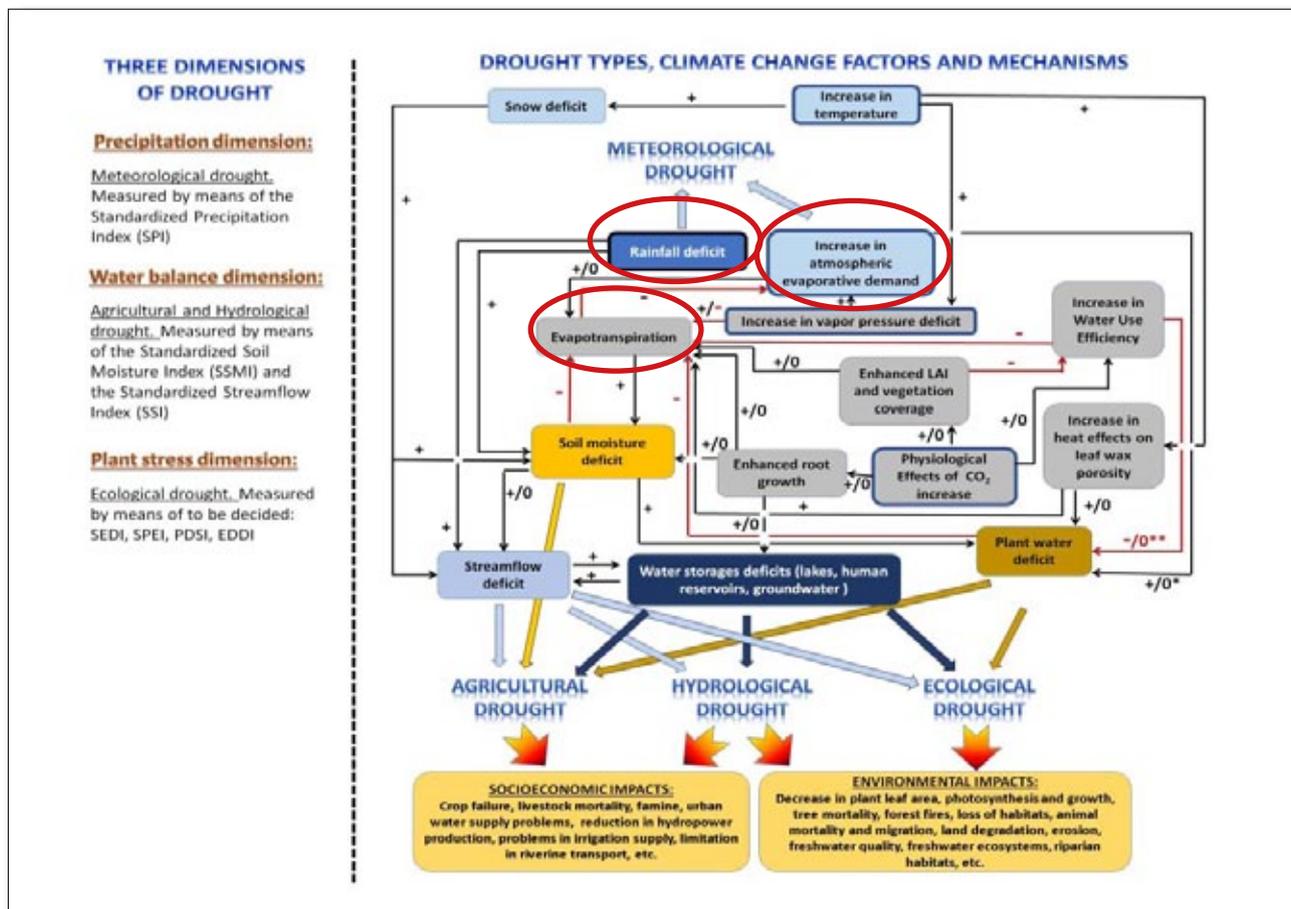
- ▶ La corta e intensa sequía de 2005 que afectó a España produjo un notable descenso de la producción hidroeléctrica (18.000 Gwh).
- ▶ En 2012 se registró la mayor superficie quemada (199.000 hectáreas) desde 1994, como consecuencia de la severa sequía que afectó al país.

Riesgo de sequía en el espacio SUDOE

Datos históricos y proyecciones futuras

Sergio M. Vicente-Serrano

Las sequías son un **fenómeno muy complejo** tal como muestra este esquema.



Como se observa, existen muchas interacciones cuando se produce una sequía. Intervienen condiciones meteorológicas que empiezan a interactuar con todo el sistema, y que influyen en la humedad del

suelo, evaporación, etc, que, a su vez, tienen feedbacks importantes con la atmósfera. Todo ello da lugar a distintos **tipos de sequía que se relacionan con una serie de impactos en estos sistemas:**

- ▶ Sequías meteorológicas: falta de precipitaciones durante un tiempo concreto, medidas a través del índice de precipitación estandarizado.
- ▶ Sequías hidrológicas y agrícolas: afectaciones sobre reservas de embalses o en cabeceras de montaña.

Se miden mediante el índice de humedad estandarizado (SSMI) y el índice estandarizado de caudal (SSI).

- ▶ Sequías ecológicas: impactos sobre la vegetación natural y en los bosques que se miden con varios indicadores posibles (SEDI, SPEI, PDSI, EDDI).

Riesgo de sequía en el espacio SUDOE

Datos históricos y proyecciones futuras

Sergio M. Vicente-Serrano

Puede ser que las condiciones de un tipo de sequía no se relacionen necesariamente con otra. Es una cuestión compleja que da lugar a debates dentro de la comunidad científica. Las **sequías son probablemente el fenómeno natural hidroclimático extremo más complejo que existe** (mucho más que las inundaciones o los ciclones tropicales, por ejemplo).

En función del índice del déficit de precipitaciones, hay estudios que argumentan que las sequías en Europa pueden explicarse por causas antropogénicas. Sin embargo, otros estudios difieren de esta visión ya que las sociedades se han visto afectadas por falta de lluvias con mucha variabilidad tanto

a nivel espacial como temporal, y es la tónica general en el Mediterráneo. Esto se comprueba a través del análisis de datos pluviométricos de series históricas largas, gracias a la recuperación y reconstrucción de datos desde mediados del siglo XIX, coincidiendo con el comienzo de la época instrumental y puesta en funcionamiento de las primeras estaciones meteorológicas en España, Francia, Italia y Portugal. De este modo se comprueba que, desde 1870, la **evolución de las lluvias tiene un carácter estacionario con mucha variabilidad temporal**. Así pues, el análisis de la pluviometría dependerá también del periodo de estudio que se esté considerando.

¿Cómo se agrupan en el tiempo estas precipitaciones?

Las sequías son **muy difícilmente medibles** por lo que se intentan caracterizar mediante unos **índices compuestos de sequía** utilizando distintas variables (meteorológicas, humedad del suelo, evaporación, etc) que permiten observar diferentes periodos en los cuales se puede considerar que las condiciones han sido secas:

- ▶ **Magnitud:** déficit acumulado por debajo de un determinado umbral.
- ▶ **Duración:** número de meses o años consecutivos por debajo de un determinado umbral.
- ▶ **Intensidad:** déficit medio del periodo que está por debajo del umbral.

Al estudiar estos parámetros desde un punto de vista pluviométrico para la región mediterránea, las conclusiones no son claras. Tal y como recoge el **último informe del IPCC, no se han detectado tendencias claras ni estadísticamente significativas en las precipitaciones ni en la frecuencia de sequías**, en contraposición a las conclusiones de estudios previos. Esto **no**

significa que no estén aumentando las sequías en nuestra región ya que el Mediterráneo es una de las regiones del mundo donde el calentamiento global está siendo mayor.

A mayor temperatura, mayor afectación al componente aerodinámico de la demanda de agua por parte de la atmósfera: la **evapotranspiración**. A medida que aumenta la temperatura media, también lo hace la capacidad de la atmósfera para albergar vapor de agua. Además, hay otro tipo de mecanismos como la humedad relativa que está descendiendo en las latitudes medias debido a las diferencias en el calentamiento entre las zonas continentales y oceánicas. Con todo ello el déficit de presión se incrementa y eso explica que se pierda cada vez más agua proveniente del suelo.

Cuando hay disponibilidad de agua, esta demanda de la atmósfera no es muy relevante, pero en condiciones secas, la situación puede ser muy crítica, ya que, por ejemplo, la vegetación va a estar sometida a mucho más estrés.

Riesgo de sequía en el espacio SUDOE

Datos históricos y proyecciones futuras

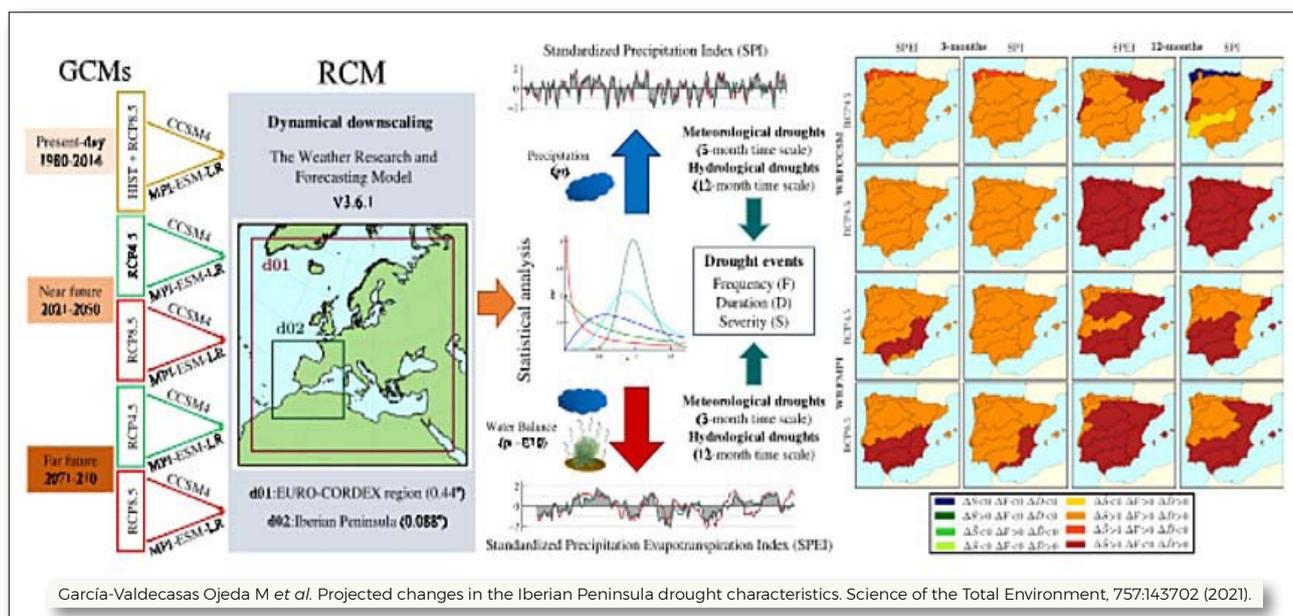
Sergio M. Vicente-Serrano

¿Qué ha pasado en la Península Ibérica en relación a la demanda de agua por parte de la atmósfera y los indicadores que le afectan?

La radiación ha sido más o menos estacionaria en las últimas décadas, así como la velocidad del viento. Sin embargo, la **humedad relativa ha caído prácticamente en todo el territorio** y esto ha hecho que la **demanda de agua de la atmósfera se incremente en prácticamente toda la región**.

La sensibilidad de las condiciones de sequía y la demanda de agua por parte de la atmósfera en España, obviamente, no se producen en invierno. Al desarrollo de la primera vegetación o de los cultivos de los cereales de invierno no le está afectando el

incremento de las temperaturas ya que la demanda de agua por parte de la atmósfera en invierno es muy baja. La **mayor sensibilidad se da fundamentalmente en los meses de verano**, en los cuales la demanda de agua es muy alta y se han incrementado muy notablemente las temperaturas estivales. Esto hace que, durante los años secos y en verano, la **vegetación esté más estresada**, haya más materia seca y se den las condiciones para que se **incremente la probabilidad de ocurrencia de algunos fenómenos como más incendios, menor crecimiento vegetal, decaimiento y mortalidad de masas forestales**, etc.



Según un reciente estudio de proyección futura de las sequías a lo largo del siglo XXI realizado con los indicadores hasta ahora mencionados, en España, tanto bajo el **escenario emisor RCP4.5** como en el **RCP8.5 del IPCC**, es probable que haya un **incremento de las sequías tanto en frecuencia como en duración y severidad de las mismas** como consecuencia del cambio climático y, vinculado al **incremento de la demanda de agua por parte de la atmósfera**.

Riesgo de sequía en el espacio SUDOE Datos históricos y proyecciones futuras

Sergio M. Vicente-Serrano

Monitor de sequías



El CSIC ha desarrollado una herramienta denominada [monitor de sequías](#) en el que se miden éstos y otros parámetros, en el que se actualizan los datos semanalmente para poder estudiar y hacer un **seguimiento de las sequías en la península ibérica** y que está abierto a todos los públicos.

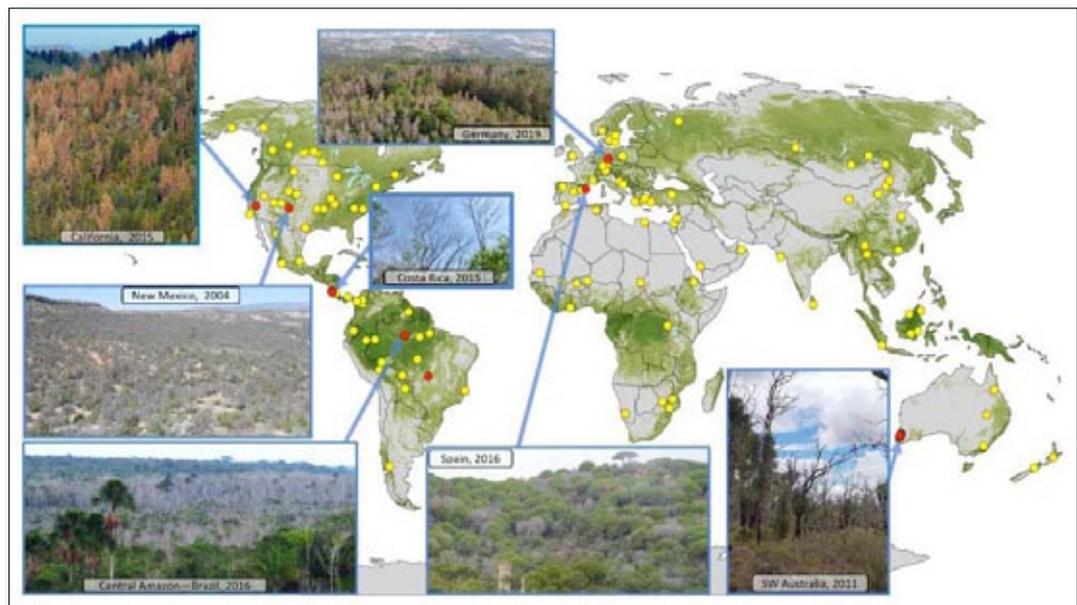
II. Estrategias Gestión y prevención de los impactos de la sequía en los bosques de las montañas SUDOE

Cómo afecta la sequía a los bosques del espacio SUDOE

[Jordi Martínez-Vilalta](#)  (CREAF)

La disponibilidad de agua determina la distribución y el funcionamiento de los bosques.

El **decaimiento forestal** asociado a la sequía y las altas temperaturas es un **fenómeno global**, y afecta especialmente a zonas de montaña.



Hartmann et al. (ARPS, in review).

Todos los **modelos predicen que los fenómenos de decaimiento forestal ligados a la sequía aumentarán en las próximas décadas a causa del cambio climático**. El cambio climático está moviendo el eje de zonas climáticas donde los ecosistemas han existido históricamente debido a que las temperaturas están aumentando y las precipitaciones varían, lo cual está provocando un aumento en las tasas de mortalidad de árboles y bosques. Los modelos

predicen también **cambios en la distribución, en la densidad y en la composición de los bosques**.

La cuestión clave es: **¿cómo podemos saber cuán cerca estamos de que se produzcan cambios catastróficos en nuestros bosques y predecir qué bosques se verán más afectados?**

1

ALGUNAS LECCIONES APRENDIDAS

- ▶ La importancia de los **legados de los cambios en la gestión forestal y los usos del monte**. Los principales cambios históricos detectados en los bosques obedecen sobre todo a cambios en los usos del suelo y otros factores humanos. Estos cambios de uso de los bosques afectan a su desarrollo y distribución.

2

- ▶ La importancia de los atributos de la comunidad, como la **diversidad funcional**. La diversidad funcional aumenta la resiliencia de los bosques frente a las catástrofes. Comparando datos de inventarios, se observa que hay una tendencia a que dominen más las especies resistentes a la sequía, que en general crecen menos, y a su vez hay más diversidad de especies tolerantes a las sequías en las comunidades forestales. Estos dos efectos se compensan y hacen que los bosques cada vez crezcan más, por lo menos de momento.

3

- ▶ Aunque comenzamos a entender los **mecanismos** que causan la mortalidad por sequía, la **gran cantidad de variables y procesos implicados dificultan enormemente las predicciones**.

4

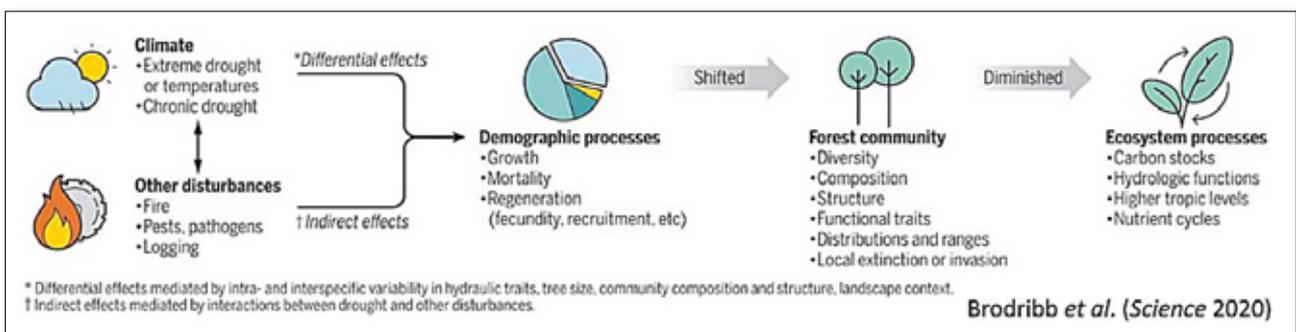
- ▶ Hemos de estar preparados para las **"sorpresas"** (por ejemplo: el decaimiento ha afectado el 3.3% de los bosques de Cataluña entre 2012 y 2020).

5

- ▶ La importancia de considerar los procesos de **regeneración** posterior al episodio de mortalidad.

6

- ▶ Es imprescindible considerar las interacciones de la sequía con otras perturbaciones como los incendios o las plagas.



La **monitorización** es una de las herramientas más poderosas de que disponemos para obtener **datos** que permitan **reducir las incertidumbres** en las tendencias, la atribución, los mecanismos, la espacialización y las consecuencias de los episodios de mortalidad.

Cómo realizar el seguimiento de los impactos de la sequía en los bosques

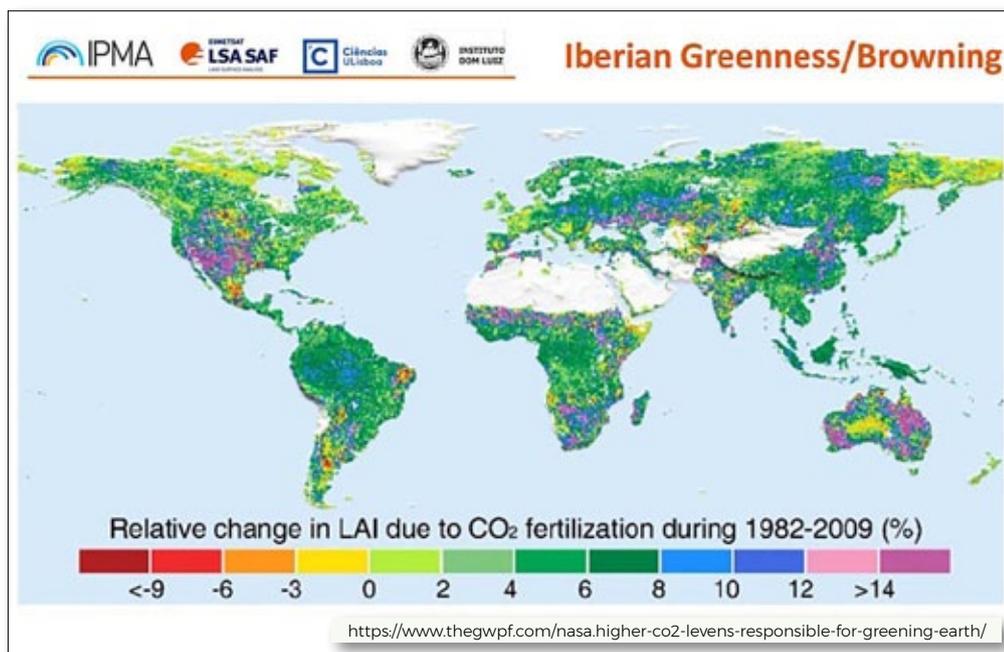
Experiencias en Portugal. Evaluación de los impactos de la sequía y calor en la productividad del bosque

Célia Gouveia [✉](#) (Universidade de Lisboa)

En los **últimos años**, a **nivel global**, en determinados lugares se ha observado un **aumento de la vitalidad de la vegetación**, gracias al efecto fertilizante del CO₂, mientras que en otros se ha reducido o empobrecido produciendo un cierto decaimiento de la vegetación.

Se ha llevado a cabo un estudio para evaluar si en la Península Ibérica ha habido un aumento de la productividad de la vegetación o no en las últimas décadas. Para ello, se han utilizado datos de **teledetección** que dan cobertura global y que permite seguir frecuencias muy continuas. Se ha utilizado el **NDVI, índice de vegetación de diferencia normalizada**, sobre una base de datos de 30 años (1982-2012). La hipótesis de partida es que existe una relación entre el aumento de la vegetación y su vitalidad con el aumento de las precipitaciones. Sin embargo, los resultados del estudio han mostrado que, en los últimos años, se observa **un claro aumento de la vegetación** en la Península Ibérica a pesar de que no exista **una relación causal clara con la evolución de las precipitaciones**. Esta situación es especialmente evidente cuando se procede a un análisis espacial.

A continuación, se ha extraído el efecto de la precipitación del NDVI y a partir de este



NDVI simulado se ha comparado con el NDVI observado. Al analizar las diferencias, se da un patrón que permite diferenciar una **situación de mejora generalizada de la vegetación en toda la Península**, con algunos puntos concretos de degradación.

También se ha querido estudiar los cambios en la productividad de la vegetación de la Península Ibérica en función de la tipología de la vegetación y respecto a la modificación del uso del suelo. Para ello se compararon los mapas de cubiertas del suelo [Corine Land Cover](#) [✉](#) de 1990, 2000 y 2006, marcando las zonas donde se han producido cambios en el uso del suelo. Los resultados muestran que mientras que en las **zonas de vegetación natural la productividad mejora, en las zonas de cultivo empeora**.

Evaluación de los impactos de la sequía y calor en la productividad del bosque

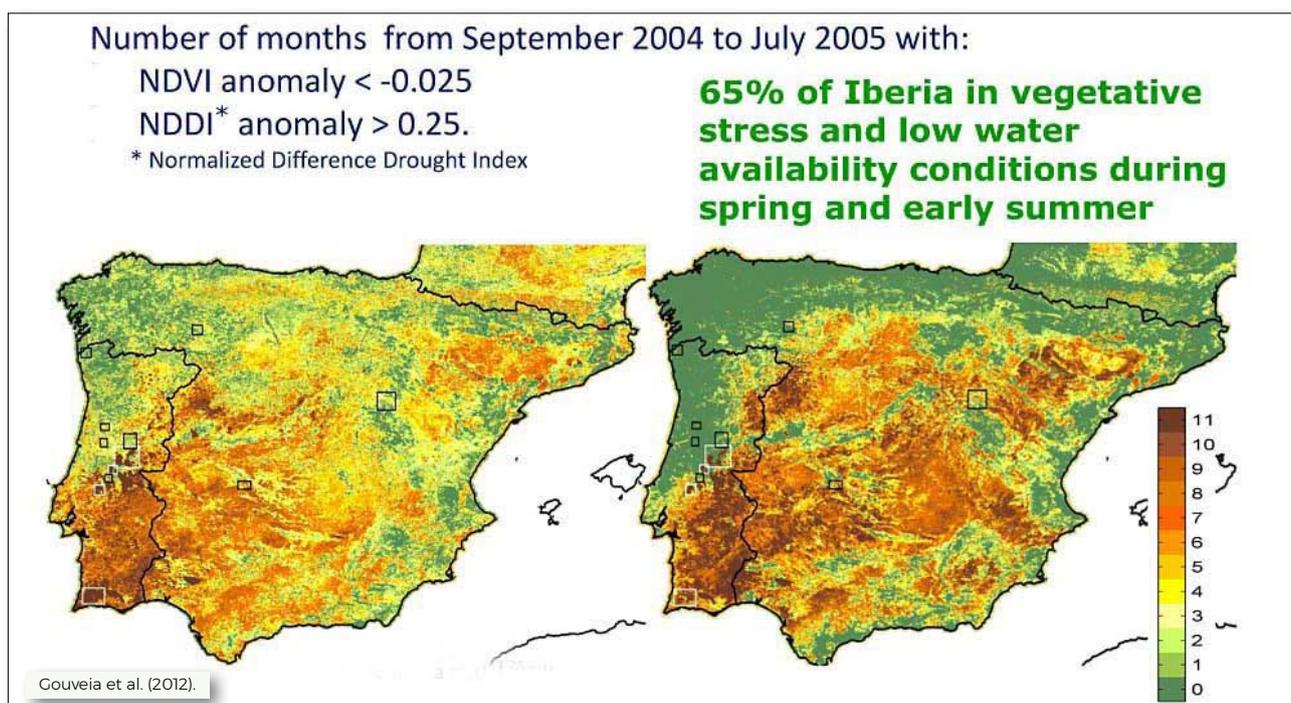
Célia Gouveia

Respecto a la evolución de las sequías en Portugal, se han utilizado datos de satélite de 1999 a 2006, utilizando de nuevo el NDVI. Este análisis refleja **el impacto de la sequía de 2005**, cuando las anomalías en el índice empezaron muy temprano (de noviembre 2004 hasta noviembre 2005) y se produjo un **fuerte estrés vegetativo, sobre todo en el sur de Portugal**.

Luego se hizo el mismo análisis en el resto de la Península Ibérica, pero con una base de datos que se alargó hasta 2011. En este caso el NDVI se complementó con el índice de sequía de diferencia normalizada (NDDI). Los resultados muestran que donde hubo **mayor estrés hídrico, hubo mayor sequía**, y es también donde

se obtuvo un índice NDVI más bajo. Las zonas **más sensibles a la sequía fueron los bosques, aunque el efecto es diferente en función del tipo de vegetación**. Los bosques de **frondosas mediterráneas están bien adaptados a veranos secos y cálidos**. A su vez, las **coníferas muestran una mejor resistencia a episodios de sequía cortos respecto a las frondosas**.

Utilizando indicadores de la humedad del suelo y el índice satelital de GPP (índice de producción primaria bruta), se observó que el **impacto de la sequía de 2005 hizo que la recuperación no se diera hasta 2007** con el subsiguiente **impacto sobre el secuestro de carbono de la vegetación**.



El **impacto de la sequía en los bosques es diferente según el nivel de recubrimiento arbóreo** (fracción de cabida cubierta). En el caso de bosques con **poco recubrimiento** se da claramente un impacto de lenta recuperación, afectando claramente a la productividad (índice GPP). En el caso de los bosques con alta cobertura, no se da un efecto tan pronunciado. Independientemente de la cobertura, los resultados muestran que **estos episodios** de sequía dan lugar a una **pérdida de la absorción de CO₂ muy significativa**.

El programa DEBOSCAT: la red catalana de seguimiento de los efectos de la sequía

Mireia Banqué

¿Por qué es interesante el DEBOSCAT?

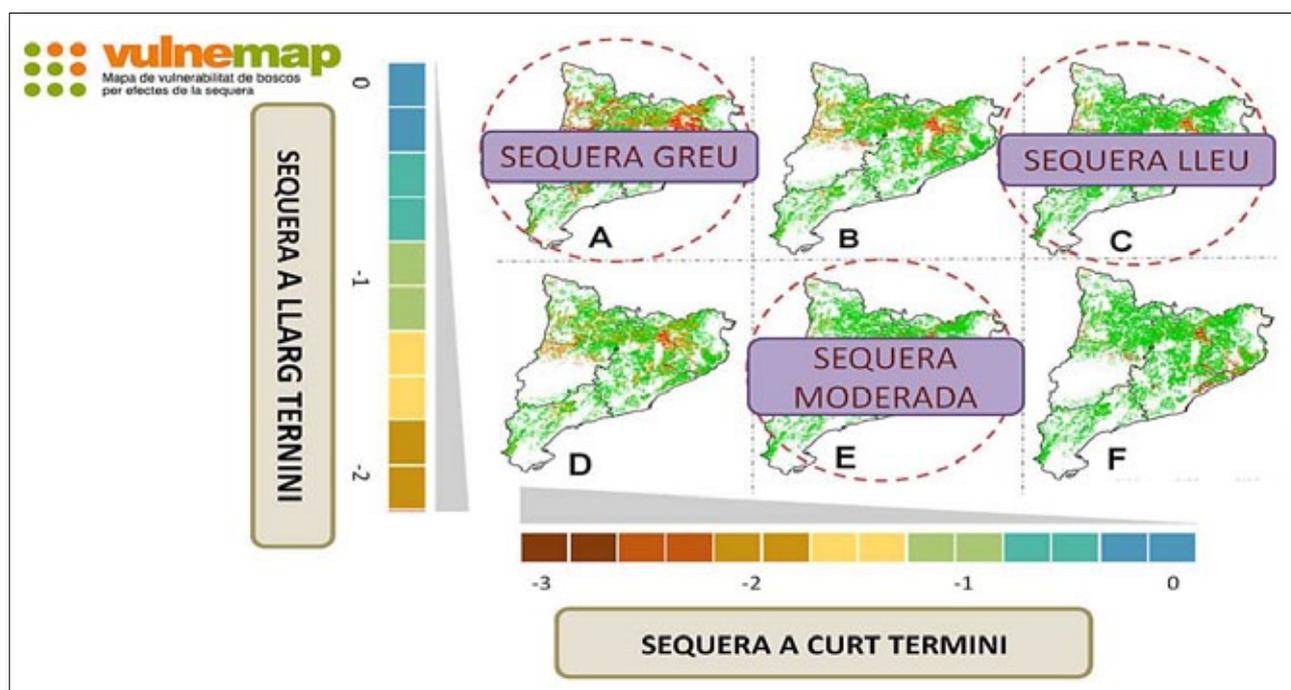
Desde el estudio de los episodios de decaimiento, permite recopilar información proporcionada por los agentes rurales, la cual es tratada por el CREAM mediante investigación científica para hacer **modelos predictivos para llevar a cabo una gestión forestal eficiente**.

Esta gestión eficiente tiene en cuenta los recursos limitados con los que se cuenta para mantener los bosques en el mejor estado posible, adaptándolos a la falta de agua, al incremento de su resistencia y resiliencia ante perturbaciones y conservando los bienes y servicios que brindan.

Por ahora el DEBOSCAT lleva una década recogiendo datos (2012-2021). En el análisis de los datos de este periodo se ha observado, por ejemplo, que el 32,2 % de la superficie afectada el 2016 ya estuvo afectada el 2012. Esto lleva a la siguiente pregunta: ¿Qué pasaría si cada 4 años algunas zonas estuviesen afectadas de nuevo?

DEBOSCAT es además una herramienta muy útil con múltiples usos:

- ▶ El **desarrollo de mapas de vulnerabilidad** de los bosques de Cataluña ([Vulnemap](#)) frente a los impactos del cambio climático. Estos mapas se desarrollan a través de modelos estadísticos que por un lado estudian las respuestas y, por el otro, las variables predictivas como por ejemplo variables climáticas, forestales, topográficas y litológicas.
- ▶ El estudio del **decaimiento forestal en relación con la humedad del suelo** a 1 m de profundidad (mediante satélite).
- ▶ El estudio sobre qué bosques de una zona concreta sufrirán más los efectos del cambio climático, aplicado al Parque Natural de Montseny dentro del proyecto europeo [LIFE CLINOMICS](#).
- ▶ El estudio para la Diputación de Barcelona de los efectos de la sequía en los bosques de la provincia de Barcelona.



Experiencias en Francia. La red francesa de seguimiento de la salud forestal

Morgane Goudet (Departamento de Salud Forestal, DSF. Ministerio de Agricultura y Alimentación de Francia)

El Departamento de Salud Forestal (DSF) se divide en 6 grandes áreas territoriales de Francia y cuenta con 260 agentes forestales, 4 expertos nacionales y trabaja en red con centros de investigación, laboratorios y redes propias. Sus grandes ejes de trabajo son:

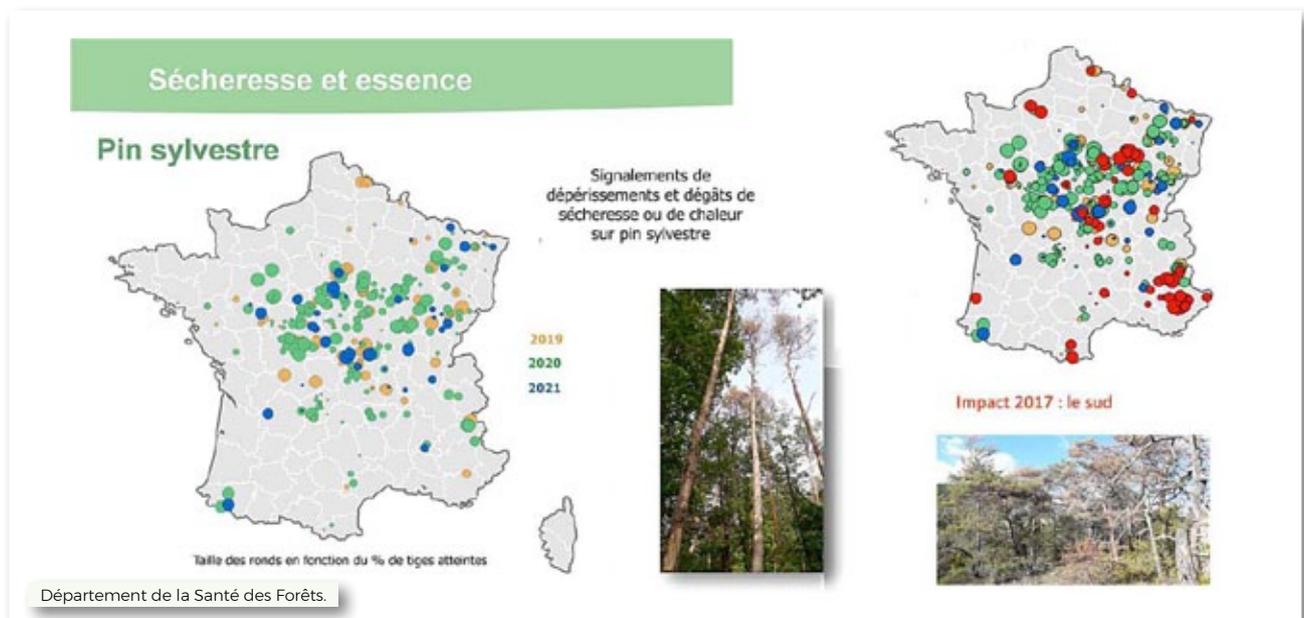
- ▶ La **vigilancia** de los bosques.
- ▶ El **diagnóstico de problemas de salud forestal**.
- ▶ Ayudar y aconsejar a los gestores de los bosques.

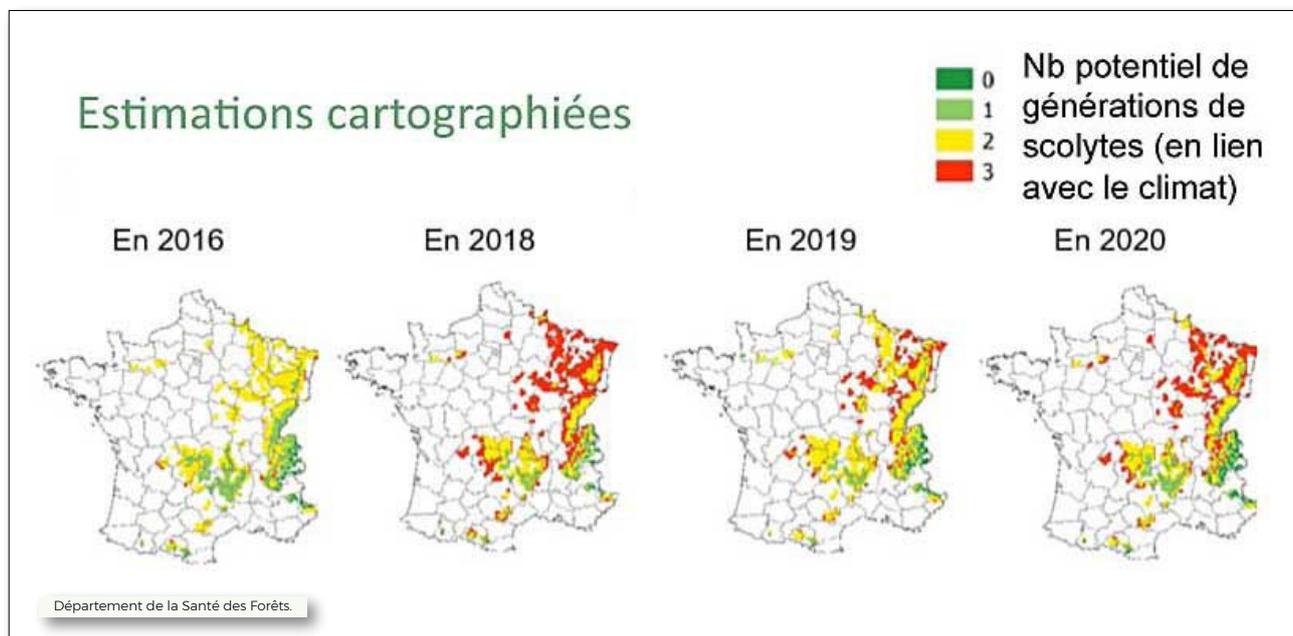
Estas finalidades se llevan a cabo desde:

- 1.** El seguimiento de los grandes problemas de **salud forestal** mediante:
 - » El estudio de la periodicidad de los episodios que afectan a los bosques.
 - » La detección de emergencias.
 - » La cuantificación de los episodios.
- 2.** El **seguimiento de los organismos endémicos o invasores**.
- 3.** La **vigilancia sanitaria** de todos los problemas bióticos y abióticos que afectan a los bosques como las olas de calor o la sequía. Para ello se realizan 4.000 observaciones anuales, de los que se recogen 800 muestras que han permitido detectar hasta 300 episodios diferentes.

La observación de los daños ocasionados por la sequía se realiza mediante una **ficha de vigilancia sanitaria** que rellenan los agentes forestales, en la que se registran problemas y síntomas que se detectan en los árboles. Estas fichas permiten

tener una idea sobre la **magnitud de las especies afectadas y cartografiar la afectación derivadas de la sequía** según especie. También permite recoger los impactos indirectos como, por ejemplo, las plagas o las enfermedades.





El DSF también hace un **seguimiento de los robles** en diferentes macizos con el objetivo de cuantificar el punto inicial de una eventual degradación a partir del cual se establece un baremo de degradación. Este seguimiento se hace sobre 57.000 robles y en 2.800 puntos de observación utilizando el [método DEPERIS](#).

Otros métodos complementarios utilizados por el DSF son:

- ▶ El [método Biljou](#), un modelo de balance hídrico forestal que permite evaluar los macizos con más riesgos de estrés hídrico.
- ▶ Seguimiento de parcelas de hayas.
- ▶ Seguimiento de la sequía y la intensidad de los daños asociados de entre 800 y 1.000 plantaciones.
- ▶ Red sistemática del seguimiento de los daños forestales de especies respecto al clima.

Cómo gestionar los bosques y el paisaje forestal para reducir los impactos de la sequía a escala local

Experiencias en Castilla y León, España. La gestión forestal en la provincia de Valladolid. Adaptación a los escenarios de cambio climático

Alfonso González Romero (Junta de Castilla y León)

La provincia de Valladolid tiene un relieve muy uniforme, sin apenas desniveles, eminentemente agrícola. Su clima es **mediterráneo continental** con temperaturas muy extremas entre verano e invierno y con una precipitación media anual escasa, en torno a los 430 mm anuales.

En la provincia de Valladolid se observan **2 escenarios selvícolas**:

- ▶ Las formaciones naturales de *Pinus pinea* y *Pinus pinaster* en campiñas y en páramos con suelos muy arenosos. Estos montes son gestionados fundamentalmente por la Junta de Castilla y León y cuentan con un modelo de gestión forestal sostenible que en algunos casos llega a los 100 años de seguimiento.
- ▶ Las repoblaciones maduras de *Pinus halepensis* y *Pinus pinea* sobre cuestras y laderas, en pendientes elevadas y suelos muy pobres.

Formaciones naturales de *Pinus pinea* y *Pinus pinaster*

Desde los años 90 del siglo XX se ha observado un fuerte decaimiento del *Pinus pinaster* en los arenales y una disminución de la regeneración natural de *Pinus pinea*.

Aunque **ambos procesos se están agravando por el cambio climático**, se tenía consciencia de ellos desde hace algunas décadas en ciertas áreas, como consecuencia de la sobreexplotación que sufren los acuíferos en los arenales de la cuenca central del Duero debido a la horticultura intensiva.

Medidas de gestión adaptativas aplicadas en estas formaciones para mejorar su resiliencia al cambio climático:

1

- ▶ **Flexibilización de los métodos de ordenación en los documentos de gestión de los montes.** Se ha pasado del Método de Tramos Permanentes para masas regulares o Método de Entresaca Regularizada para masas irregulares al Método de Ordenación por Rodales que permite adaptar las cortas a los episodios de regeneración natural, incrementando la frecuencia de las intervenciones.

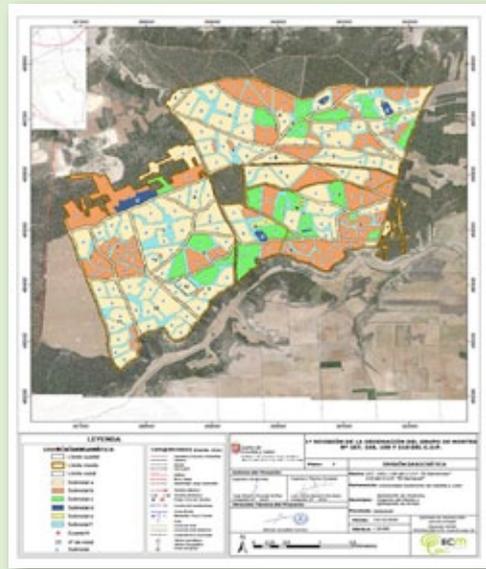
2

- ▶ **Creación de un dispositivo experimental para el estudio de la regeneración.** Empezó en 2001 y actualmente cuenta con 3.000 parcelas permanentes lo que permite conocer la evolución anual de los brinzales. Los resultados del seguimiento muestran que *Pinus pinea* se regenera mejor y su regeneración es más viable que la de *Pinus pinaster*, en función de las condiciones climáticas y de sitio.

3

► **Aplicación de una selvicultura flexible que valore al máximo las “ventanas o episodios de regeneración”.**

El pino piñonero es una especie de luz con tendencia a media sombra, que requiere de cubierta los primeros años de regenerado. La gestión tiene que permitir cierta sombra de los pies padres en los primeros años y luego proceder a unas cortas de liberación del regenerado.



Replantaciones maduras de *Pinus halepensis* y *Pinus pinea*

Estas repoblaciones maduras sobre cuestras y laderas han sufrido deforestación durante cientos de años por sobrepastoreo y agricultura, que obligó a poner en marcha un ambicioso programa de reforestación a partir del año

1955. Las repoblaciones fueron originalmente protectoras con el objetivo de frenar la erosión, proteger los cultivos de las campiñas inferiores y crear franjas con cierta biodiversidad.

Medidas de gestión adaptativas aplicadas:

- **Actuaciones estructurales:** se han llevado a cabo plantaciones con densidades elevadas en torno a los 2.000 pies/ha. Según van creciendo los individuos se llevan a cabo claras imitando a la naturaleza, para

evitar la continuidad vertical y horizontal del combustible y reducir el riesgo de incendios.

- **Actuaciones de diversificación:** plantaciones de enriquecimiento con especies de interés en los huecos creados mediante actuaciones estructurales y que no han sido colonizadas mediante regeneración natural.



Todas estas actuaciones estructurales de disminución de densidad buscan el inicio de los procesos de regeneración natural como vía adicional para aumentar la biodiversidad.

Lecciones aprendidas

- Necesidad de utilizar métodos de ordenación cada vez más flexibles. El que mejor se puede adaptar es el método de **Ordenación por rodales**.
- Gestión mediante una **selvicultura adaptativa**, capaz de aprovechar cada “ventana o episodio de regeneración” que se pueda producir.
- Necesidad de **protección a las plántulas** instaladas de *P. pinea* que presentan viabilidad, mediante una cubierta de copas que permita cierto sombreado, seguida de una **posterior liberación**.

- Las especies utilizadas para las forestaciones de cuestras y laderas sobre suelos esqueléticos han sido las **adecuadas**. Presentan una alta supervivencia y su función protectora se mantiene aún con fenotipos achaparrados.
- Las **actuaciones estructurales** (mediante claros y claras) y de **diversificación** (plantaciones puntuales de enriquecimiento) sobre cuestras y laderas se consideran las más adecuadas para aumentar la resiliencia de estas formaciones.

Experiencias en Francia. Estrategia y herramientas de gestión silvícola en bosques públicos franceses

Thierry Sardin (Oficina Nacional de Bosques, ONF)

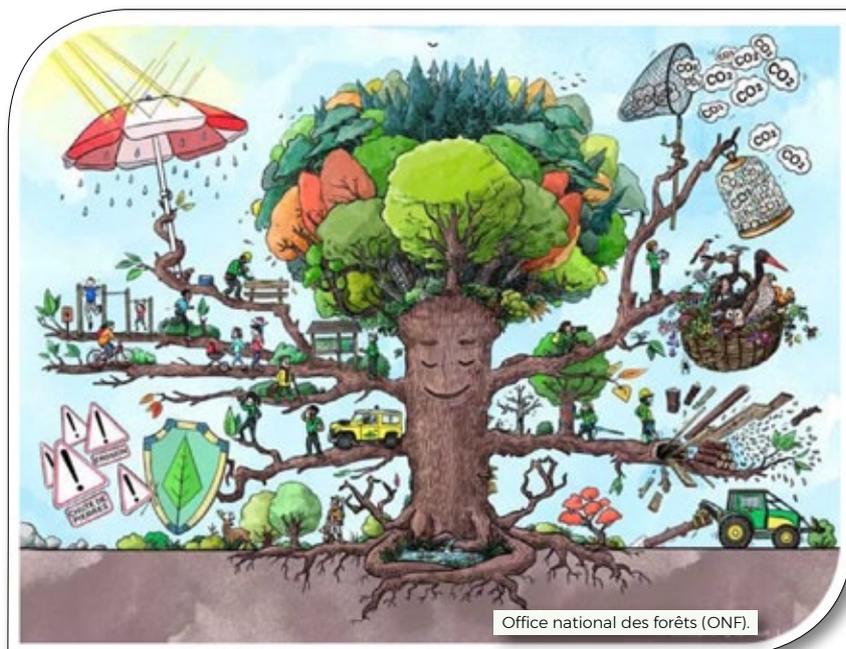
La Oficina Nacional de Bosques (ONF) de Francia para adaptar los bosques públicos al cambio climático consta de 1 dirección general en París con 6 direcciones territoriales que cubren toda Francia y 50 agencias.

En estos momentos, la ONF está llevando a cabo **una estrategia nacional de adaptación de los bosques contra el cambio climático**. Además, cada **dirección regional propone una versión territorial y operativa de esta estrategia**. Y esta estrategia evolucionará con el tiempo, dependiendo del progreso en el conocimiento, la retroalimentación y el intercambio de éxitos y fracasos.

Los **pilares** de la Estrategia deben garantizar la **gestión multifuncional** de los bosques, asegurando el **mantenimiento de sus funciones ecológicas, económicas y sociales**. Estas funciones se traducen en la valorización de los recursos de madera, en la protección del medio ambiente y la biodiversidad, en la

prevención y gestión de los riesgos naturales y en la acogida de todos los públicos en los bosques.

“Ante los cambios climáticos constatados, nos encontramos tanto ante una problemática social como técnica”.



La Estrategia nacional dirige sus acciones a:

- ▶ Hacer que los **bosques sean más resilientes** y promover esta resiliencia en relación con el rendimiento de la producción.
- ▶ Acompañar la **evolución** de los ecosistemas.
- ▶ Mantener la **biodiversidad**.

- ▶ Favorecer el **papel de los bosques en la transición energética** a través del:
 - » Secuestro de carbono: almacenamiento en los bosques.
 - » Almacenamiento de carbono en la madera: en edificios, mobiliario, objetos cotidianos, etc.
 - » Sustituir otros materiales por madera (ecomaterial).

Estrategia y herramientas de gestión silvícola en bosques públicos franceses

Thierry Sardin

La adaptación de esta estrategia a los bosques del Sur de Francia

Los grandes principios de esta estrategia aplicables a los bosques del Sur de Francia son:

- ▶ Mantener y restablecer el equilibrio entre el bosque y la caza.
- ▶ **Aplicar los ciclos o turnos recomendados por las guías silvícolas**, aumentando la frecuencia de las intervenciones para gestionar una cantidad razonable de capital.
- ▶ **Diversificar** a escala de macizo los tratamientos (monte alto regular, monte alto irregular, monte bajo...) y la silvicultura (regeneración natural, plantación, especies, objetivos).
- ▶ **Proteger los suelos**, soportes físicos y reservorios de agua y elementos minerales de los bosques. Se realiza a partir de un diagnóstico de sensibilidades del suelo (guía PraticSOLS, etc.) y de prácticas adaptadas.
- ▶ **Fomentar la mezcla de especies adaptadas** según la estación y las dinámicas naturales, utilizando varias especies en las plantaciones, favoreciendo la regeneración natural con la plantación de plántulas en bosquetes de diversificación, etc.
- ▶ **Diversificar y favorecer la mezcla de especies** apoyándose primero en las dinámicas naturales y conduciéndolas después hacia 5 itinerarios adaptativos:
 - » **Itinerario 1:** Siembra completa para introducir una especie objetivo principal (1.100-1.600 pies/ha).
 - » **Itinerario 2:** Siembra de plantación por parcelas de una especie objetivo principal (500-600 pies/ha).
 - » **Itinerario 3:** Plantación para introducir una especie en forma de racimos de diversificación (120-210 pies/ha). El objetivo no es conseguir una producción significativa durante la primera generación, sino favorecer la diseminación de la especie en la segunda generación.
 - » **Itinerario 4:** Seguimiento de la regeneración natural de la especie (con trabajos para su mantenimiento o desarrollo de las mezclas).
 - » **Itinerario 5:** Seguimiento de la dinámica natural sin intervenciones, salvo en el momento de las cortas.

Experiencias del proyecto SUDOE MONTCLIMA. Gestión forestal adaptativa en un encinar del macizo del Montnegre-Corredor (Barcelona)

Diana Pascual Sánchez  (CREAF)

La gestión forestal del encinar del macizo del Montnegre-Corredor es una de las 5 acciones piloto del proyecto MONTCLIMA. Esta acción consiste en la **aplicación de gestión forestal adaptativa como herramienta para reducir el riesgo de incendio y sequía en encinares de media montaña (Cataluña)**.

La acción piloto se ha desarrollado en la finca de Can Bordoí, situada en el Parque Natural del Montnegre-Corredor. Se ha escogido esta localización por múltiples razones:

- ▶ Una buena disposición por parte de la propiedad y el ganadero de la zona.
- ▶ Posibilidad de colaborar con la Asociación de Propietarios Forestales del Montnegre-Corredor.
- ▶ Fácil acceso y próximo a Barcelona.

▶ Posibilidad de analizar el efecto de dos de los riesgos naturales estudiados en MONTCLIMA:

- » Riesgo de incendio: la finca forma parte de un perímetro de protección prioritaria para la planificación y es un punto estratégico de gestión para la prevención de incendios marcado por la Diputación de Barcelona.
- » Riesgo de sequía: zona afectada por sequías entre 2012 y 2019, según resultados del DEBOSCAT. La sequía no afecta tanto a las encinas como a los pinos. Sin embargo, las sequías debilitan los bosques y se han visto más afectados por las plagas del *Matsucoccus*, *Tomicus* y *Lymantria* en la zona. Ésta última plaga afectó a la acción piloto en 2020 y obligó a repensar las variables de seguimiento del proyecto.

Objetivos de la actuación:

- ▶ **Reducir el riesgo de incendio** del macizo.
- ▶ **Reducir los efectos de la sequía** y los daños ocasionados por plagas.
- ▶ **Mantener la actuación a medio y largo plazo** utilizando el ganado.

Actuaciones llevadas a cabo:

- ▶ **Gestión forestal adaptativa** en 5,4 ha: entresaca o corta selectiva y el desbroce de matorral.
- ▶ Parcela **control** de 1,87 ha.
- ▶ **Recuperación mosaico agro-silvo-pastoral** en 4,7 ha: eliminación de restos de corta y siembra de pastos.

Se ha llevado a cabo una **Gestión Forestal Adaptativa** (GFA) según las [Orientaciones de gestión forestal sostenible de Cataluña \(ORGEST\)](#)  adecuándose a las características del Corredor, es decir, con **cortas más suaves y frecuentes**, aplicando los siguientes criterios:

- ▶ Eliminación de la continuidad del combustible para evitar que, en caso de incendio, éste pase a copa.
- ▶ Mantenimiento de la Fracción de Cubierta (FCC).
- ▶ Selección de rebrotes.

Gestión forestal adaptativa en un encinar del macizo del Montnegre-Corredor

Diana Pascual Sánchez



Estado del bosque antes y después de la actuación.

Todo ello ha permitido realizar cambios en la estructura del bosque como la reducción de un 14% de la fracción de cabida cubierta (FCC), de un 19% la densidad y de un 8% el área basimétrica. Por otro lado, la actuación se ha centrado principalmente en el sotobosque, reduciendo un 77% el recubrimiento y un 97% el biovolumen.

En cuanto a la recuperación del mosaico agro-silvo-pastoral, la intervención ha consistido en eliminar los árboles afectados por *Matsucoccus* y *Tomicus*, retirar los restos de corta y mantener la zona como pasto para evitar el crecimiento del sotobosque y que se mantenga el espacio abierto creado.

Esta gestión se acompaña de la **instalación de una red de seguimiento** formada por 8 parcelas circulares permanentes (5 en tratamiento y 3 de control) de 10 m de diámetro en el que se hace seguimiento de la **estructura del bosque, la continuidad y la humedad del combustible y la salud del bosque**. Además, en las parcelas se han instalado sensores para cuantificar la humedad del suelo y la temperatura y humedad relativa ambiental.



Gestión forestal adaptativa en un encinar del macizo del Montnegre-Corredor

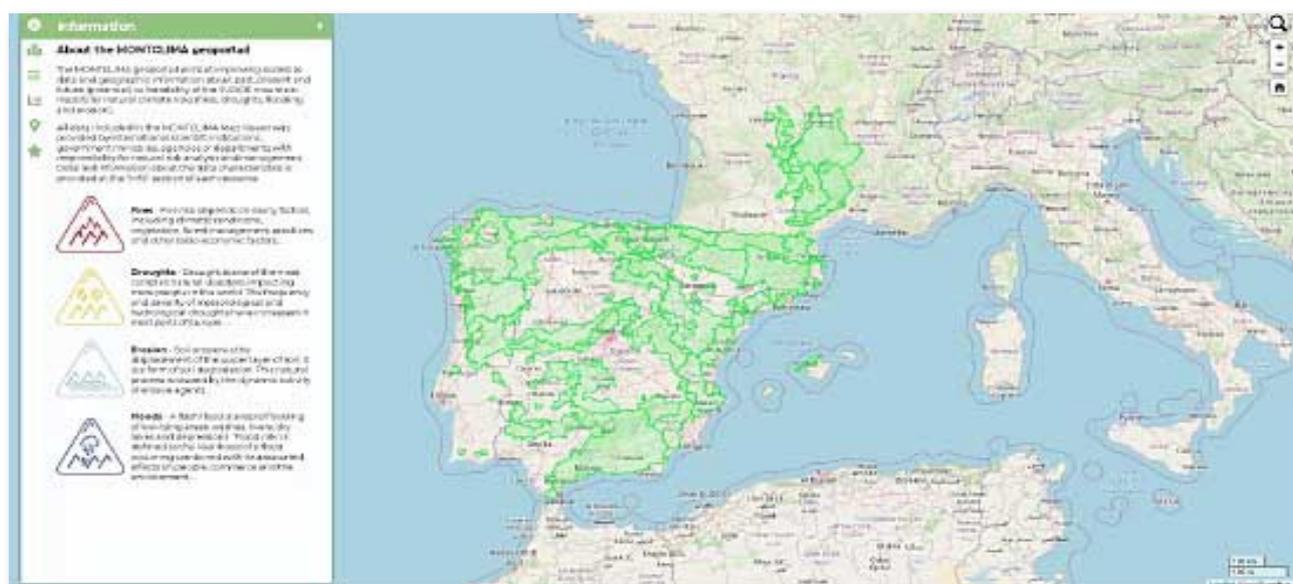
Diana Pascual Sánchez

Esta red de seguimiento permite cuantificar si la GFA aplicada reduce el riesgo de incendio a través del seguimiento de tres indicadores:

- ▶ La **humedad o contenido de agua del combustible** que se relaciona con la inflamabilidad del mismo. Los resultados obtenidos en las campañas de 2020-2021 apuntan a que en la zona gestionada la vegetación tiene un mayor contenido de agua, por tanto, una menor **inflamabilidad** y consecuente riesgo de incendio. Pero los resultados aún no son estadísticamente significativos.
 - ▶ Los **transectos de combustible** (resultados esperados en 2022).
 - ▶ La **vulnerabilidad al fuego de copas** (resultados esperados en 2022).
- También permite cuantificar si la GFA mejora la resistencia del bosque a las sequías:
- ▶ Mediante el seguimiento de la **salud del bosque a través de la decoloración, defoliación y mortalidad**. Los resultados obtenidos en las campañas de 2020-21 se han visto muy afectados por la plaga de la *Lymantria* y aún no son concluyentes.
 - ▶ Mediante la medición de la **humedad del suelo** (resultados esperados en 2022).

Por otro lado, remarcar que el Proyecto MONTCLIMA cuenta con una **aplicación web** que incluye un **visor cartográfico** que permite visualizar información sobre 4 riesgos naturales (incendios, sequías, erosión e inundaciones), realizar análisis temporales de la evolución de los diferentes riesgos, conocer buenas prácticas exitosas en el manejo de los cuatro riesgos naturales recogidos por el proyecto en el territorio SUDOE, y visualizar la información cartográfica de las acciones piloto del proyecto.

Ver app: <https://MONTCLIMA.eu/en/geoportal> ↗



Experiencias del proyecto SUDOE MONTCLIMA. Repensar la resiliencia de los bosques ante un escenario de sequías crecientes. Interacción de riesgos y bosques protectores (Andorra)

Marc Font  (Andorra Recerca + Innovació)

La experiencia de Andorra es otra de las acciones piloto del proyecto MONTCLIMA correspondiente a las acciones de **prevención de riesgo de incendio forestal y mejora de la función protectora** del bosque frente a la erosión y los movimientos torrenciales o deslizamientos con una planificación multirriesgo.

El contexto climático actual de los bosques viene marcado por un aumento de las temperaturas y de la sequía actual estival (lo que contribuye a un estrés hídrico de la vegetación) y sus implicaciones en la disponibilidad del combustible y el aumento del riesgo de incendios. Por ahora los incendios del Pirineo son incendios topográficos, de dimensión más bien reducida. Pero ¿qué **funciones** están ejerciendo estos bosques? **Biodiversidad, ciclo del agua, ciclos del aire**, etc. Además, algunos de ellos, tienen la particularidad que son **bosques protectores**.

Los bosques en el Pirineo están creciendo y están recolonizando las cotas altas. Cuando estos bosques están previniendo o mitigando el efecto de algún riesgo subyacente de tipo gravitacional ya sea caída de bloques o aludes, por ejemplo, estos bosques tienen un valor añadido en términos socioeconómicos.

Es por ello que permitir que, a la larga, **estos bosques puedan sufrir incendios de cierta severidad**, con el consecuente cambio de cobertura forestal, es un **riesgo inasumible**. De ahí que la **planificación forestal multirriesgo** tenga como objetivo la gestión de la vulnerabilidad a los incendios de los bosques protectores de bloques rocosos.

Para ello se identifican las zonas de cabeceras de riesgo de incendio con el objetivo de prevenir el inicio o el impacto de los riesgos de incendio. En este caso **la estrategia es mantener al máximo la cobertura forestal en términos de densidad**, pero de tal forma que, en caso de generarse un incendio, aplicando una determinada apertura de copas, se pueda minimizar que el fuego suba hasta ellas. Para ello, también se crean **zonas de desaceleración del fuego**.

Sin embargo, existen dudas: **¿qué densidad es la óptima?** **¿Qué distancias** habrá que tener en cuenta para estas zonas de desaceleración? **¿Qué características biofísicas** hay que contemplar del territorio para aplicar las medidas más adecuadas? **¿Qué interacciones** se generan con otras perturbaciones como las plagas por ejemplo?

La acción piloto del proyecto MONTCLIMA se ha llevado a cabo en el **bosque de Maians, en Andorra la Vella**, porque, aunque no haya asentamientos urbanos, tiene cerca el centro de tratamiento de residuos de Andorra considerada una infraestructura clave de país.



Repensar la resiliencia de los bosques ante un escenario de sequías crecientes. Interacción de riesgos y bosques protectores

Marc Font

Objetivos de la actuación:

- ▶ **Categorizar** el grado de protección del bosque.
- ▶ **Reducir la vulnerabilidad** al fuego de alta severidad del rodal sin afectar al grado de protección.

Para cuantificar el grado protector del bosque se ha utilizado la [guía de gestión silvícola de montes protectores del Pirineo](#) y se obtuvo un grado de protección media (índice de control del fenómeno por el bosque (IMA) de 3).

Para cuantificar la vulnerabilidad al fuego a copas y mortalidad por choque térmico se utilizaron los modelos de combustible de Rothermel, la clave de [vulnerabilidad de las especies forestales al fuego de copas](#) y el programa [BehavePlus Fire Modeling System](#). El resultado fue un modelo Rothermel 7, una vulnerabilidad B10 moderada al fuego de copas y una alta probabilidad de mortalidad en superficie. También se ha evaluado el estado del recubrimiento del matorral para ajustar la estructura del mismo. De este modo se minimiza el riesgo de que el fuego pase a copas, así como la mortalidad, sin alterar la estructura arbórea.

A partir de estos resultados, el objetivo de la actuación en la acción piloto ha sido alcanzar un modelo de vulnerabilidad baja (C6 o C8) al fuego de copas y pasar a un modelo de Rothermel 6. Para conseguirlo, se han realizado las siguientes **actuaciones**:

- ▶ **Desbroce selectivo** para reducir la cobertura, eliminando el matorral en contacto directo con los pies y el regenerado.
- ▶ **Reducción de la altura del combustible de escala** hasta entrar en la categoría de combustible de superficie.
- ▶ **Corta sanitaria** de los pies muertos, moribundos y no viables.
- ▶ **Proteger y favorecer especies arbóreas rebrotadoras** para diversificar el tipo de bosque ya que en caso de una caída de bloque tiene más facilidad de reponerse que un pino.



Situación inicial.



Situación post-actuación.

Herramientas de modelización para aumentar la resiliencia a la sequía mediante la aplicación de estrategias de gestión forestal

Experiencias en Valencia, España. Gestión forestal con objetivos múltiples, el modelo del proyecto LIFE RESILIENT FORESTS (C.A.F.E.)

[María González Sanchís](#)  (Universitat Politècnica de València)

La **Estrategia Forestal de la Unión Europea** (2021) refuerza y promueve el:

- ▶ Papel multifuncional de los bosques.
- ▶ Secuestro de carbono.
- ▶ Incremento de la resiliencia del ecosistema.
- ▶ Proteger y preservar la biodiversidad y otros servicios ecosistémicos.

Para esto, es necesario y clave **cuantificar la**

gestión forestal y los servicios ecosistémicos

que produce. La gestión forestal provee de madera y otros bienes y servicios. Por ello es necesario demostrar el **valor añadido de la gestión forestal a la sociedad**. ¿Y cómo?: mediante la **selvicultura basada en procesos**. Sin embargo, la **gestión forestal es compleja** en la medida en que existen especies muy diferentes que dan lugar a bosques muy diferentes, lo cual da lugar a diferentes sistemas y tratamientos selvícolas en función de los objetivos buscados.

Para responder a estas preguntas se creó el **proyecto LIFE RESILIENT FORESTS**, cofinanciado por el programa LIFE de la UE. El proyecto promueve la **gestión forestal a escala de cuenca** de forma que se **mejore la resiliencia del bosque a los incendios forestales, la escasez de agua, la degradación ambiental y otros efectos inducidos por el cambio climático**.



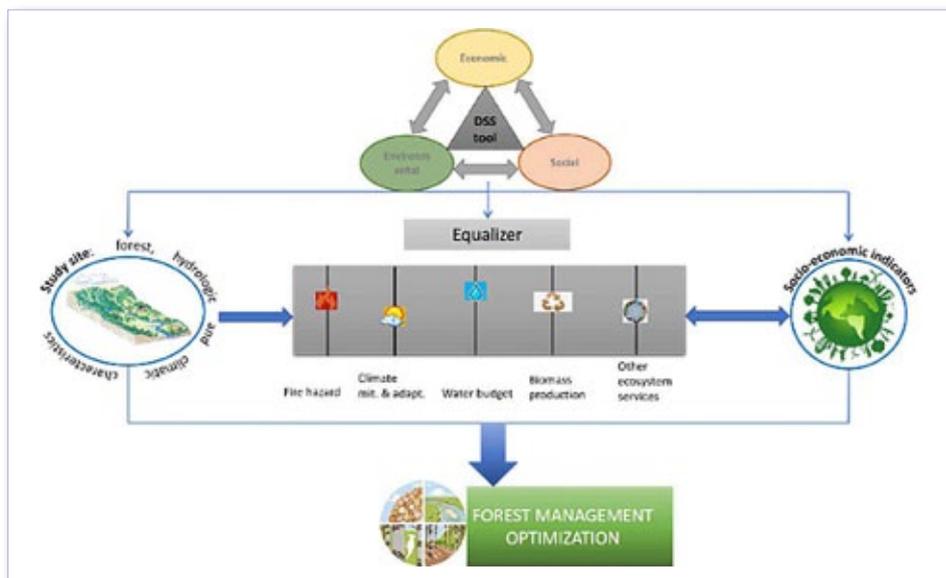
El proyecto abarca:

- ▶ El desarrollo de una **Herramienta de Soporte a la Decisión (DSS)** para gestión forestal.
- ▶ La demostración de la DSS a escala de cuenca y subcuenca en Alemania, Portugal y España.
- ▶ El desarrollo de un **enfoque de gestión forestal** que demuestre su impacto positivo en factores ambientales y socio-económicos.
- ▶ La **transferencia** del enfoque a nivel europeo.

Gestión forestal con objetivos múltiples, el modelo del proyecto LIFE RESILIENT FORESTS (C.A.F.E.)

María González Sanchís

La herramienta de soporte a la decisión aúna la **gestión forestal multiobjetivo** y la DSS, incluyendo hasta 7 objetivos posibles de la gestión: la producción de biomasa, la gestión del agua, el riesgo de incendios, el secuestro de carbono, la resiliencia climática, la biodiversidad y otros.

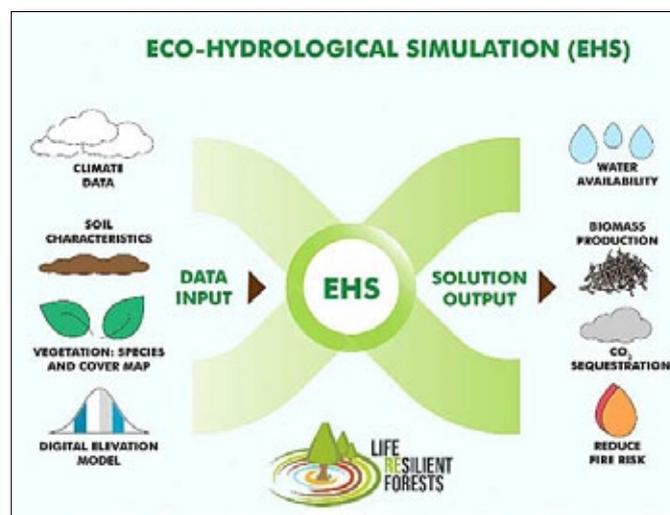


¿Cómo funciona esta DSS?

- ▶ Escala espacial: de rodal a cuenca.
- ▶ Objetivos: 5 a escoger de entre los 7 posibles. El usuario puede ponderar cada objetivo.
- ▶ Variables de decisión: cuánto, cuándo, dónde y/o cómo.
- ▶ Combina algoritmos de optimización con simulación eco- hidrológica, como: TETIS (UPV-Spain), RHESSYS (UCSB, USA), BIOME-BGC_MuSo.
- ▶ Resultados: lista de posibles soluciones óptimas.

¿Qué se necesita para poner en marcha esta DSS?

- ▶ Datos de entrada del modelo eco-hidrológico (modelo digital del terreno MDT, vegetación, suelo, meteorología).
- ▶ Selección de objetivos.
- ▶ Posibilidades de gestión (restricciones, sitio, especies, estructura, edad, densidad y vulnerabilidad).



Experiencias en Portugal. Cambios potenciales de los nichos bioclimáticos de las especies forestales en Portugal

João A. Santos  (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD)

La **superficie forestal de Portugal** corresponde a casi el **40% del país**. El **sector forestal** representa aproximadamente un **5% del PIB nacional** de Portugal y supone el 10% del total de las exportaciones del país.

El estudio de los cambios potenciales de los nichos bioclimáticos de las especies forestales en Portugal tiene por objetivos:

- ▶ La **identificación de las condiciones climáticas típicas** asociadas a las principales especies forestales en Portugal, superponiendo su estado y ubicación actual con índices bioclimáticos.
- ▶ La combinación de los cambios y modificaciones que se produjeron en las distintas zonas bioclimáticas analizadas y la **proyección de futuros escenarios** de cambio climático.

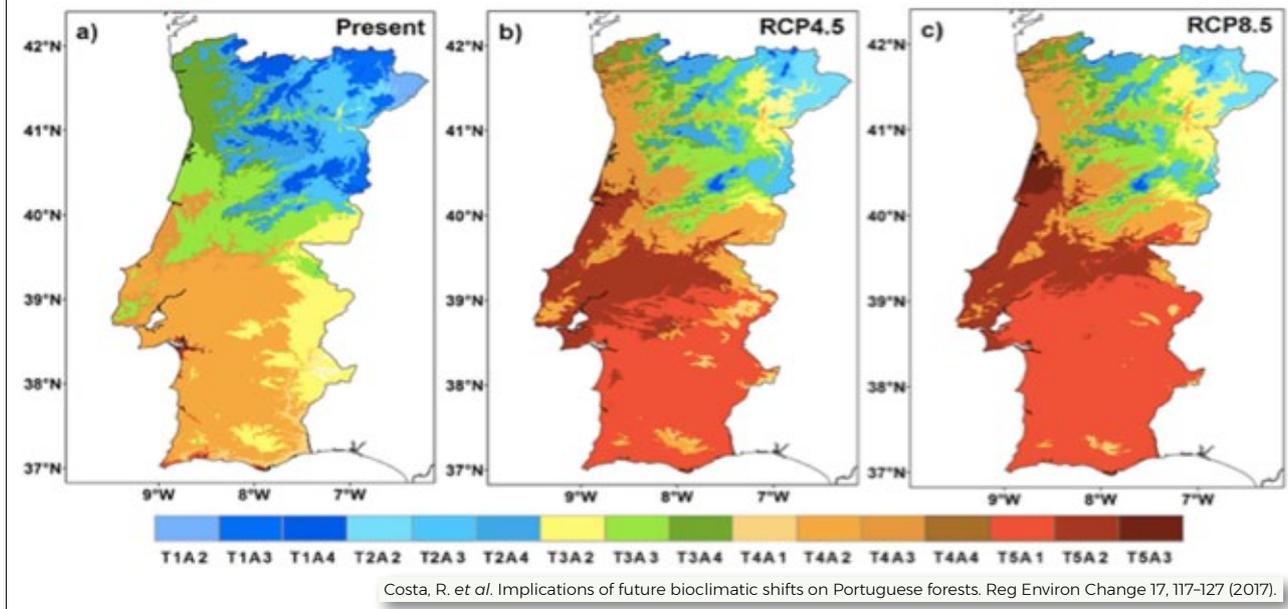
Se realizó un análisis empleando el mapa de coberturas de suelos [Corine Land Cover](#) , un modelo digital del terreno y un mapa de localización de especies forestales facilitado por la Sociedad Portuguesa de Botánica. En total se estudiaron **49 especies forestales** que se consideraron representativas de un abanico muy amplio de condiciones climáticas en el territorio.

Para llevar a cabo el estudio se utilizaron un conjunto de **índices climáticos y bioclimáticos (índice de aridez y de termicidad)**. Estos índices bioclimáticos se calcularon en diferentes horizontes temporales (1950-2000 y 2040-2060) para los dos escenarios emisivos RCP4.5 y RCP8.5 del IPCC. Los resultados para **2040-2060** muestran un **aumento más que evidente de la aridez en el Sur de Portugal** y una **reducción clara del clima húmedo y subhúmedo en el noroeste de**

Portugal. El **índice de termicidad** muestra un **aumento significativo de las áreas de clima termo-mediterráneo**, mientras que los climas meso-mediterráneos se sitúan en las zonas medias de la región del noroeste de Portugal y los supra-mediterráneos en zonas de alta montaña. Cuando se superponen estos dos índices en el **escenario RCP8.5**, hay un conjunto de **cuatro especies (*Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Sorbus aucuparia* y *Taxus baccata*)** que se visualizan como **especialmente vulnerables al cambio climático**, con una reducción de las áreas adecuadas para su supervivencia.

También se llevó a cabo un **índice compuesto de aridez y termicidad** que se aplicó a las distintas especies y sobre el mapa de Portugal en el que se perciben las **modificaciones de la ubicación de las distintas especies** sobre el territorio en los escenarios de futuro.

Composite index



A modo de conclusión:

- ▶ Los **cambios climáticos**, especialmente cambios de temperaturas y de precipitaciones, crearán **cambios en las distintas especies nativas portuguesas**. **Algunas coníferas y también caducifolias tal vez no sobrevivan** bajo las condiciones del clima futuro.
- ▶ Las medidas más eficaces de adaptación serán muy probablemente la **sustitución gradual y con base científica de las especies y subespecies en distintas regiones**. Esto llevará, evidentemente, a una mitigación y reducción de los daños como pueden ser las pérdidas derivadas de la disminución de la producción o calidad de la madera o los impactos ambientales, como, por ejemplo, la mortalidad de los árboles o los incendios.
- ▶ Pueden aparecer **nuevas especies forestales** y se podrán emplear como sustitutivas de las especies más tradicionales especialmente en la región del Suroeste portugués, en las regiones más secas y áridas.
- ▶ Pueden introducirse **especies** nuevas que potencialmente sean **invasoras** y, por lo tanto, habrá que tener cuidado con los problemas ambientales que se puedan producir.
- ▶ Las especies más relevantes desde el punto de vista económico como el eucalipto y el pino marítimo pueden ser **reubicados o sustituidos por especies más adecuadas y sostenibles** desde el punto de vista ambiental o incluso por especies híbridas mejoradas o genéticamente modificadas para producir ingresos económicos similares.
- ▶ La **zona de la dehesa portuguesa será muy resiliente** a las condiciones de clima futuro. En este sentido, la **producción de corcho** puede compensar la producción de madera de eucalipto o de pino.
- ▶ Otras especies como *Pinus pinea*, *Quercus rotundifolia* y *Ceratonia siliqua* o algarrobo, pueden convertirse en **especies muy interesantes** desde el punto de vista **económico** para el futuro de Portugal.
- ▶ Como medida clave de mitigación, el **papel de las políticas de secuestro de carbono del bosque** será crucial tanto en la selección de especies como en la planificación forestal.
- ▶ Este estudio evalúa los cambios en las zonas bioclimáticas de Portugal bajo escenarios de cambio climático para algunas especies forestales. Sin embargo, las **distribuciones futuras dependerán también de aspectos ecológicos y fisiológicos** no considerados en este estudio como la interacción entre especies, la absorción de CO₂, la dispersión y el establecimiento de árboles y los cambios en el entorno de las especies, así como el suelo y las perturbaciones.

Experiencias en Francia. CLIMESSENCES: Una herramienta para conocer la evolución de las especies forestales en un contexto de cambio climático

Xavier Bartet (Oficina Nacional de Bosques ONF - RMT AFORCE)

CLIMESSENCES es una **herramienta de ayuda a la toma de decisiones** desarrollada para el conjunto de actores del sector forestal que cuenta con el apoyo la red de investigación de Adaptación de los Bosques al Cambio Climático ([AFORCE](#))

La herramienta tiene 3 objetivos:

1. Informar acerca de las evoluciones climáticas probables y de las variables asociadas.

2. Proporcionar información sobre la vulnerabilidad, sensibilidad y adaptación de las especies arbóreas a estos cambios climáticos, lo que también se conoce como compatibilidad de las especies ante las evoluciones climáticas.

3. Aportar la máxima información sobre una amplia gama de especies (aproximadamente unas 150).

Para los agentes forestales CLIMESSENCES puede ser **útil a 3 niveles**:

- 1.** Para **elaborar planes de gestión**, el documento de ordenación que fijará las orientaciones y las acciones a realizar en los bosques en los próximos 20 años. Con esta herramienta podrán integrar el cambio climático en dicho plan.
- 2.** Ante el **decaimiento** de ciertas especies se necesitará llevar a cabo cortas o repoblaciones, pero ¿con qué especies?

Pues con las especies que se adapten a estas evoluciones climáticas. En otros casos, se deberá anticipar para explotar algunas especies en decaimiento pero que quizá no van a resistir en el futuro.

3. Como **apoyo a la comunicación** para explicar al gran público y a los políticos las evoluciones climáticas y el impacto que van a tener sobre los bosques.

CLIMESSENCES utiliza una serie de **indicadores que caracterizan un factor limitante** para la presencia de las especies:

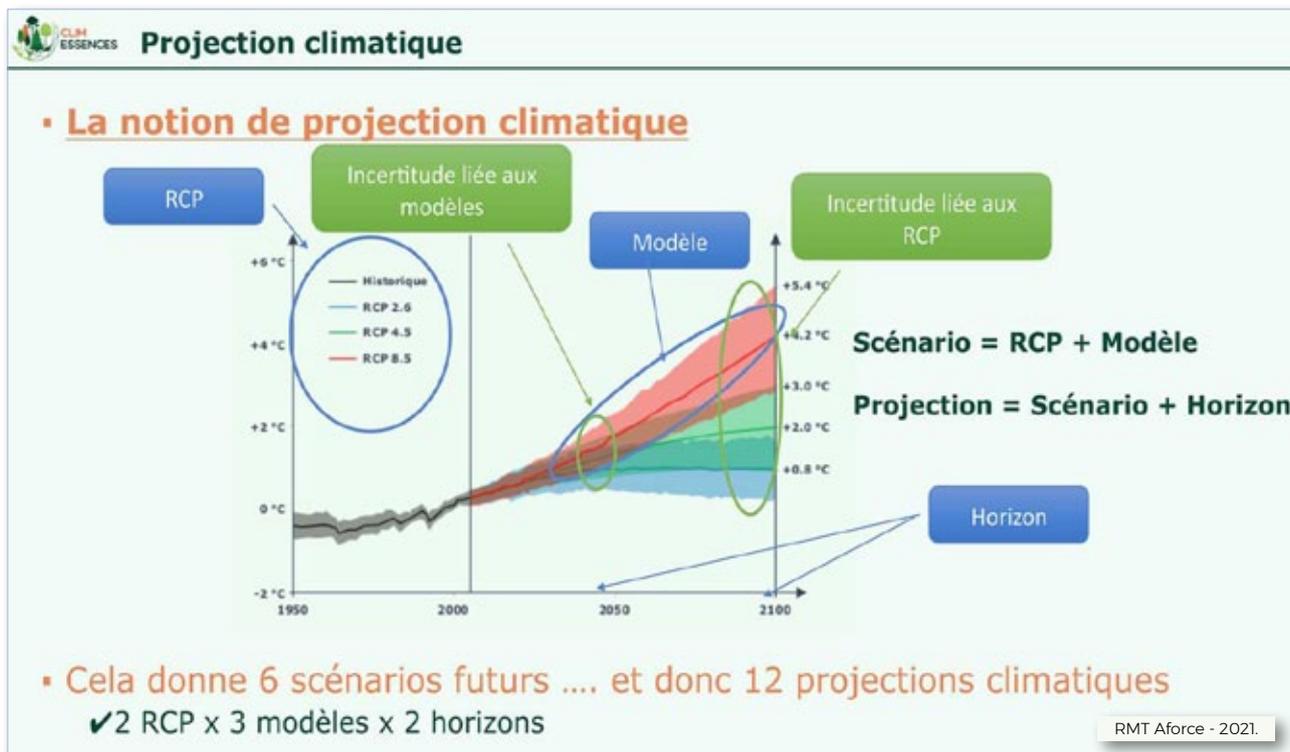
- ▶ El **déficit hídrico anual**: limitación debido a la sequía.
- ▶ La **temperatura mínima anual**: limitación por el frío invernal.
- ▶ La **suma de grados día**: limitación por la falta de calor (de energía).

A partir de los escenarios de cambio climático del IPCC, **CLIMESSENCES desarrolla tres posibles escenarios**, en función del modelo de datos utilizado, para los horizontes temporales de 2050 y 2070:

- ▶ **Escenario optimista**, similar al RCP4.5, a partir del modelo CNRM-CM5 de MétéoFrance.
- ▶ **Escenario intermedio**, similar al RCP6.5, sobre la media de 18 modelos.
- ▶ **Escenario pesimista**, similar al RCP8.5, a partir del modelo HADGEM2-CC de Hasley Center del Reino Unido.

A partir de ellos se concluye que el **mayor momento de incertidumbre se da para el horizonte temporal a 2050** y, cuanto más

nos alejamos en el tiempo, **la incertidumbre está más relacionada con la trayectoria climática.**



CLIMESSENCES es un **modelo puramente climático**, una representación simplificada del clima que no tiene en cuenta otros factores como los fenómenos extremos, la silvicultura, la compactación del suelo, los factores bióticos, la capacidad del suelo para almacenar agua y hace una consideración

muy simplificada de la reserva útil. Todo esto hace que la herramienta sea un **modelo muy optimista** porque no se consideran todas estas variables.

¿Cuáles son las **2 funcionalidades** de esta herramienta?

- ▶ La **analogía climática** que responde a la pregunta dónde puedo encontrar hoy un clima parecido al clima futuro en la zona en la que me encuentro.
- ▶ La **compatibilidad climática** que valora cómo de compatible será para cada especie el clima futuro.



Visita de campo

Parcelas experimentales del proyecto SUDOE MONTCLIMA en el macizo del Montnegre-Corredor (Llinars del Vallès, Barcelona)

Los técnicos forestales Lúdia Guitart y Martí Rosell de la Asociación de Propietarios Forestales del Montnegre-Corredor, junto con los investigadores del CREAM Diana Pascual y

Eduard Pla fueron los encargados de explicar la acción piloto que se ha llevado a cabo en esta zona para el proyecto SUDOE MONTCLIMA.

El macizo del Montnegre-Corredor y sus características respecto al riesgo de incendios

La acción piloto se encuentra en la Finca de Can Bordoi, perteneciente al Parque Natural del Montnegre-Corredor, que forma parte de la red de parques de la Diputación de Barcelona. El parque se divide en una zona montañosa donde abundan castaños, encinas y alcornoques y a medida que se acerca al mar predomina más el pino piñonero y resinero.

Este parque, cercano a Barcelona, sufre una **importante presión de uso público**. Además, el parque forma parte de un perímetro de protección prioritaria para la prevención de incendios forestales. Y la finca de Can Bordoi forma parte de un **punto estratégico de gestión** (PEG), es decir, una **zona apta para que los bomberos puedan llevar a cabo maniobras de ataque o contención de grandes incendios forestales** (GIF). Estas zonas

requieren buenos accesos, zonas seguras y una estructura de la vegetación que evite el fuego de copas.

La delimitación del PEG se ha llevado a cabo para evitar grandes incendios forestales, es decir para evitar saltos de fuego de 100 metros. Esta planificación ha contado con el acompañamiento de un estudio de la [Fundación Pau Costa](#) y de la [Oficina de Prevención de Incendios de la Diputación de Barcelona](#). Para esta planificación se ha tenido en cuenta:

- ▶ La dirección del viento predominante que suele producirse en la zona en momentos de elevado riesgo de incendio.
- ▶ La necesidad de usar un tipo de infraestructuras contra incendios de tipo no lineal.
- ▶ Se ha priorizado realizar actuaciones en el límite Norte del parque para dificultar que los fuegos avancen hacia el Sur.

La acción piloto del proyecto SUDOE MONTCLIMA

La acción piloto se ha desarrollado en la finca de Can Bordoi, centrada en tres zonas:

- ▶ Una zona de 5,4 ha donde se ha llevado

a cabo la actuación de gestión forestal adaptativa.

- ▶ Una zona de 4,7 ha donde se ha recuperado el mosaico agro-silvo-pastoral.
- ▶ Una zona control de 1,87 ha donde no se ha realizado ninguna actuación.

Visita de campo. Parcelas experimentales del proyecto SUDOE MONTCLIMA en el macizo del Montnegre-Corredor



La primera parada de la visita se realizó en una zona de cresta situada al lado de una pista, donde se ha recuperado el **paisaje silvo-pastoral**. La actuación ha consistido en cortar y extraer todos los individuos de *Pinus pinaster*, ya que estaban fuertemente afectados por plagas y su viabilidad futura estaba comprometida. Así, se ha creado un **espacio abierto dentro del PEG** en el que, en caso de incendio, los bomberos pueden actuar, controlar el incendio y evitar que el fuego pase a copas. Sin embargo, el estrato de encina que había debajo se ha respetado, con la idea de

que se cree una dehesa en el futuro.

A su vez, en esta zona hay un pastor que cuenta con 800 ovejas y algunas cabras que mantendrán y mejorarán con su paso el nuevo espacio creado. Seguramente se llevará a cabo una siembra de pasto para mejorar el alimento para estos animales y garantizar su mantenimiento. De este modo se ha creado una zona de paisaje tipo dehesa por lo que la intervención selvícola también se ha apoyado con una gestión aprovechando **la actividad ganadera de la zona**.

Visita de campo. Parcelas experimentales del proyecto SUDOE MONTCLIMA en el macizo del Montnegre-Corredor

La actuación en el bosque

La gestión forestal adaptativa se ha realizado en una zona de 5.4 ha, en un **encinar mixto irregular** con pino y alcornoque con un sotobosque arbóreo y arbustivo muy denso. Esta zona cuenta con una continuidad vertical y horizontal del combustible muy elevada. El objetivo ha sido cortar dicha continuidad y, a su vez, bajar la densidad y cobertura del sotobosque, favoreciendo el crecimiento de las encinas que no arden tan rápido como el pino. Parte de las especies de sotobosque, principalmente el brezo y

el madroño tenían porte arbóreo y se han tratado en la actuación como si fuera un árbol.

Otro de los criterios importantes de la gestión aplicada ha sido **mantener la cubierta** (fracción de cabida cubierta) del bosque, para **evitar la llegada de excesiva luz al suelo** que favorezca el rebrote del sotobosque y la pérdida de la humedad del suelo, ya que se trata de suelos arenosos. La actuación realizada ha sido muy suave, y se ha centrado principalmente en la gestión de la biomasa del sotobosque para evitar la continuidad vertical en caso de incendio.



Visita de campo. Parcelas experimentales del proyecto SUDOE MONTCLIMA en el macizo del Montnegre-Corredor

El seguimiento de la actuación

Para llevar a cabo el seguimiento de la actuación, se ha instalado una **red de seguimiento** consistente en **8 parcelas circulares permanentes**, 5 en la zona gestionada y 3 en la zona control. Es esas parcelas se está llevando a cabo desde 2020 el seguimiento de diferentes variables:

- ▶ La estructura del bosque (diámetro, crecimiento...).
- ▶ La continuidad del combustible.
- ▶ El decaimiento forestal (decoloración, defoliación, mortalidad).
- ▶ La humedad o contenido de agua de la vegetación.
- ▶ La humedad del suelo.
- ▶ La humedad relativa y la temperatura.

Con este seguimiento realizado en 2020 y 2021, se ha podido comprobar, por ejemplo, que el **contenido hídrico de la encina y brezo es diferente entre la zona tratada y la zona de control**. Los primeros resultados muestran un **mayor contenido de agua en la zona tratada**, indicando una **menor inflamabilidad del combustible**.

Sin embargo, estas diferencias no han sido estadísticamente significativas.



También se lleva a cabo el **reconocimiento visual anual de la decoloración, la defoliación y la mortalidad**, con el objetivo de determinar si la gestión forestal adaptativa aumenta la resiliencia de estos bosques a los efectos de la sequía o las plagas. Sin embargo, el ataque de la plaga de *Lymantria* en 2020 que afectó a más de 3.800 ha del parque natural, ocasionó la defoliación de aproximadamente el 50% de las copas de la zona de estudio, con igual efecto en la zona gestionada que en la de control. Habrá que esperar a completar **más años de seguimiento** para saber si las estrategias de gestión aplicadas inciden en la recuperación del bosque a este ataque en comparación con la zona de control.

Conclusiones y orientaciones: lecciones aprendidas

Durante el tercer seminario del proyecto SUDOE MONTCLIMA se han compartido **experiencias alrededor del impacto de las sequías en los bosques de montaña del territorio SUDOE** que ha permitido **aglutinar y contrastar prácticas y estudios de Portugal, Francia, Andorra y España**.

Eva García-Balaguer ([CTP-OPCC](#) , jefe de fila del proyecto MONTCLIMA) abrió el seminario insistiendo en la necesidad de compartir información y experiencias para mejorar la gestión y prevención de los riesgos naturales en el espacio del Sudoeste europeo habida cuenta del contexto del cambio climático. **La óptica multirriesgo es crucial y la cooperación entre los distintos agentes del territorio, la clave**.

Rosa Amorós i Capdevila (Presidenta de la Comunidad de Trabajo de los Pirineos, Generalitat de Catalunya) enfatizó la importancia de **cooperar en la lucha contra el cambio climático** y los desastres naturales en un momento en que la comunidad científica ha vuelto a poner en evidencia la emergencia climática mundial en el [6º informe del IPCC](#) . En este sentido, iniciativas como la **Estrategia Pirenaica del Cambio Climático** resultan cruciales.

Joan Pino Vilalta (Director del CREAM) subrayó el estrés creciente que están sufriendo nuestros bosques a causa de la mayor frecuencia e intensidad de los extremos climáticos. En este sentido, el **estudio y conocimiento sobre la ecología de los bosques y la interacción con la actividad humana** es una pieza fundamental para la adaptación de los bosques al cambio climático y global.

Sergio M. Vicente-Serrano (Instituto Pirenaico de Ecología, IPE-CSIC) enmarcó el seminario explicando los riesgos de sequía en el espacio

SUDOE, con una revisión de los datos históricos y con proyecciones futuras. Las **sequías** han demostrado ser **fenómenos recurrentes, complejos y de difícil predicción con una alta variabilidad espacial y temporal** a lo largo de la historia. Así pues, la señal de una mayor frecuencia o intensidad de este fenómeno no es demasiado clara.

La mayor demanda hídrica por parte de la atmósfera derivada del aumento de las temperaturas tiene un efecto directo en los niveles de evapotranspiración. Esto acarrea efectos negativos en los bosques, cuando la disponibilidad hídrica es baja –fundamentalmente en verano– generando estrés hídrico (cierre estomático, decaimiento, reducción de la fijación de carbono...). Si los **escenarios futuros de subida de las temperaturas medias se confirman, supondría un estrés importante en los bosques**, especialmente si se acompaña de un incremento en frecuencia e intensidad de las sequías. Así pues, **la demanda hídrica irá aumentando en el futuro en la medida que lo haga la temperatura media a causa del calentamiento global**.

Jordi Martínez-Vilalta (CREAF) subrayaba que cada vez son más los casos de **decaimiento forestal a nivel global debido a las sequías**, especialmente en las **zonas de montaña**. Además, todos los **modelos futuros coinciden en predecir una mayor incidencia** de este fenómeno en las próximas décadas, si bien resulta difícil modelizar con precisión el impacto de las sequías en la mortalidad de los bosques. Además del decaimiento, se esperan también cambios en la distribución, en la densidad y en la composición de los bosques. En este contexto, el **cuándo y el dónde va a ocurrir un evento catastrófico es más difícil de predecir a causa de los mecanismos de compensación (y resiliencia natural)** de las masas forestales. Tenemos ya algunas pistas

Conclusiones y orientaciones: lecciones aprendidas

de qué factores hay que tener en cuenta. Los principales cambios históricos detectados en los bosques obedecen sobre todo a los **cambios en los usos del suelo y otros factores humanos**. Por otro lado, se observa que la **diversidad funcional** aumenta la resiliencia de los bosques frente a las catástrofes. Sin embargo, aún queda camino por recorrer en el conocimiento de qué variables y procesos intervienen en mecanismos que causan la mortalidad por sequía. **Es imprescindible considerar todas las perturbaciones que afectan a los bosques, y para ello son cruciales los programas de seguimiento y monitoreo.**

Cómo realizar el seguimiento de los impactos de la sequía en bosques

Célia Gouveia (Universidade de Lisboa) presentó un estudio basado en **el análisis de imágenes de satélite** para analizar las alteraciones de la superficie y la degradación vegetal en la Península Ibérica utilizando el índice NDVI. Este índice permite definir el impacto de las sequías en la vegetación. Los resultados del estudio mostraban que **los árboles de hoja perenne parecen tener mayor resiliencia a las sequías.**

Mireia Banqué (CREAF) ha presentado el **programa DEBOSCAT** dedicado al **seguimiento del decaimiento** en los bosques de Cataluña desde hace 10 años. Su objetivo es detectar dónde se dan los episodios de decaimiento, cuál es su recurrencia y cómo se recuperan los bosques después de un episodio. Las conclusiones de estos seguimientos son cruciales para definir **qué zonas son prioritarias y acompañar así la gestión forestal adaptativa del territorio.**

Morgane Goudet (Departamento de Salud Forestal, DSF, del Ministerio de Agricultura

y Alimentación de Francia) expuso los distintos elementos que lleva a cabo dicho departamento para el seguimiento de la salud forestal en el país galo. Un sistema de fichas ayuda a hacer un seguimiento pormenorizado de las zonas afectadas por las sequías. Su gran **base de datos** sobre decaimiento, plagas, etc, cruzada con la **información meteorológica y las proyecciones climáticas futuras**, permiten **identificar las zonas más vulnerables.**

Cómo gestionar los bosques y el paisaje forestal para reducir los impactos de la sequía a escala local

Alfonso González Romero (Junta de Castilla y León) expuso las **estrategias de la gestión forestal sostenible** que se están aplicando en los pinares de **Valladolid**. En esta provincia, las masas forestales de *Pinus pinaster* están especialmente afectadas por el fenómeno de decaimiento, siendo sus causas una combinación de factores climáticos, humanos y geológicos. Algunas estrategias desarrolladas para limitar el fenómeno del decaimiento serían aplicar **métodos de ordenación cada vez más flexibles** (por rodales), **selvicultura adaptativa** aprovechando cada ventana o episodio de regeneración que se pueda producir, **protección de las plántulas, actuaciones estructurales** (mediante clareos y claras) y **de diversificación** (plantaciones puntuales de enriquecimiento), entre otras.

Thierry Sardin (Oficina Nacional de Bosques, ONF) expuso las **Estrategias y herramientas de gestión selvícola** que se están aplicando en los **bosques públicos franceses**. El objetivo de estas herramientas es asegurar el mantenimiento de la **multifuncionalidad** de los bosques y aumentar su **resiliencia frente al cambio climático**, pero con decisiones y medidas adecuadas. **Fomentar la diversidad de especies, aumentar la frecuencia de las**

Conclusiones y orientaciones: lecciones aprendidas

intervenciones y proteger los suelos, entre otros, parecen ser la clave.

Diana Pascual Sánchez (CREAF) presentó la **experiencia piloto del proyecto SUDOE MONTCLIMA** sobre **gestión forestal adaptativa** en un encinar del macizo del Montnegre-Corredor (Barcelona). A través del seguimiento en 8 parcelas permanentes (5 en la zona con gestión y 3 en una zona control sin intervención) de variables como la estructura del bosque, el contenido hídrico de la vegetación, la continuidad del combustible, el decaimiento forestal (defoliación, decoloración, mortalidad) se evaluará si la **gestión forestal adaptativa puede ser clave en potenciar la resiliencia de los bosques de media montaña frente a las sequías y al riesgo de incendio**.

Marc Font (Andorra Recerca + Innovació), expuso la **experiencia piloto del proyecto SUDOE MONTCLIMA en relación a la planificación forestal multirriesgo**, centrada en la gestión de la vulnerabilidad a los incendios de los **bosques protectores** de bloques rocosos. Para ello, los objetivos de la actuación se han focalizado en la categorización del grado de protección de los bosques y en la reducción de la vulnerabilidad al fuego de copa sin afectar al grado de protección. Todo ello ha dado lugar a distintas medidas como el **desbroce selectivo** para reducir la cobertura, **la reducción de la altura del combustible de escala, la corta sanitaria** de los pies muertos, moribundos o no viables y la **protección de especies arbóreas rebrotadoras** para diversificar el bosque.

Herramientas de modelización para aumentar la resiliencia a la sequía mediante la aplicación de estrategias de gestión forestal

María González Sanchís (Universitat Politècnica de València, UPV) presentó el modelo C.A.F.E del proyecto LIFE RESILIENT FORESTS. Este

proyecto evalúa diferentes tratamientos selvícolas de mejora y regeneración que permitan mejoras operativas en la gestión y soporte a la decisión. Este proyecto ha generado una **herramienta de soporte a la decisión (DSS)** que pretende favorecer una **gestión sostenible de los bosques pudiendo incluir hasta 5 objetivos** ponderados según el interés de los usuarios, aportando una lista de posibles soluciones.

João A. Santos (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD) expuso los resultados de un estudio sobre los **cambios potenciales de los nichos climáticos de las principales especies forestales** en Portugal (49 especies estudiadas). El modelo consiste en ponderar dos índices bioclimáticos observados (índice de aridez y de termicidad) para realizar un análisis con los escenarios de cambio climático. Las áreas de distribución afectadas podrían **verse colonizadas por especies termófilas más adaptadas a nuevas condiciones**. El estudio también sirve para prever qué especies convendría repoblar para que Portugal siga teniendo músculo económico dentro de su PIB gracias a la explotación forestal.

Xavier Bartet (Oficina Nacional de Bosques, ONF-RMT AFORCE) presentó la **herramienta CLIMESSENCES**, concebida para conocer la **evolución de las distintas especies forestales a causa del cambio climático**. Es una herramienta útil para elaborar **Planes de Gestión**, orientaciones y acciones a realizar en los bosques en los próximos 20 años. El modelo se basa en los escenarios del IPCC para obtener escenarios futuros de distribución (probabilidad de presencia/ ausencia) de especies. El modelo genera dos tipos de mapas: los de **climas análogos**, que responden a la pregunta dónde puedo encontrar hoy un clima parecido al **clima futuro** en la zona en la que me encuentro, y los de compatibilidad

Conclusiones y orientaciones: lecciones aprendidas

climática, que valoran cómo de compatible será para cada especie el clima futuro.

Juan Terrádez (CTP-OPCC) hizo una exposición final en el que recogió las conclusiones de cada uno de los ponentes para terminar el acto con un recordatorio de las principales ideas y conclusiones del Seminario.

Finalmente, **Eduard Pla** (CREAF), conductor de este seminario junto con Diana Pascual (CREAF), agradeció a todas las personas que hicieron posible el buen desarrollo de este

evento, desde los ponentes hasta los técnicos y traductores, así como a los asistentes y a las personas que siguieron el seminario de forma virtual. Y es que las circunstancias excepcionales de la pandemia llevaron a la organización a desplegar un esfuerzo extra a través de un sistema híbrido presencial/online para llegar al máximo de personas y compartir conocimientos y experiencias respecto a los **efectos de las sequías en los bosques de montaña SUDOE y cuáles son las opciones de gestión para hacer frente a este grave riesgo del cambio climático.**



Interreg 
Sudoe
MONTCLIMA 
European Regional Development Fund

www.montclima.eu

Además de la CTP, que coordina el proyecto, los socios de MONTCLIMA son:

