

# Medidas de adaptación al cambio climático en la media montaña mediterránea: una guía práctica



# Índice

Introducción .....	2
Análisis de riesgos .....	4
ARAGÓN	6
CATALUÑA	8
LA RIOJA	10
Medidas de adaptación implementadas en el proyecto .....	12
RECUPERACIÓN DE PASTOS	14
GESTIÓN FORESTAL	36
OPTIMIZACIÓN Y/O INTRODUCCIÓN DEL VIÑEDO	54
Análisis a escala de cuenca fluvial .....	66
ESCENARIOS APLICADOS A ESCALA DE CUENCA	68
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PAISAJE	76
Otras medidas de adaptación para la media montaña .....	80
ÓRGANOS DE PARTICIPACIÓN DEL PROYECTO	82
PRIORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	84
Bibliografía empleada .....	88

## **Titulo**

*“Medidas de adaptación al cambio climático en la media montaña mediterránea: una guía práctica”*

## **Coordinación**

Gabriel Borràs Calvo  
Gemma Cantos Font

## **Edición de contenidos**

Mia Morante Moret

## **Autoría de textos**

Olivia Barrantes Díaz	Diana Pascual Sánchez
Gabriel Borràs Calvo	Eduard Pla Ferrer
Gemma Cantos Font	Yolanda Pueyo Estaún
Ana Foronda Vázquez	Ramón Reiné Viñales
Felicidad de Herralde Travería	Purificación Ruiz Flaño
Teodoro Lasanta Martínez	Elisenda Sánchez Costa
Jorge Lorenzo Lacruz	Noemí Solange Lana-Renault Monreal
Mia Morante Moret	Javier Zabalza Martínez
Estela Nadal Romero	

## **Diseño y maquetación**

Alba Mas Bassas  
Mia Morante Moret  
José Luis Ordóñez García

## **Fotografías**

Proyecto LIFE MIDMACC  
Excepto página 5: José Luis Ordóñez García

CC BY 2.0 (2023) MIDMACC LIFE18 CCA/ES/001099



# Introducción

Las zonas montañosas del sur de Europa son espacios muy sensibles a los impactos del cambio climático, espacios que a lo largo del siglo XX han sufrido un despoblamiento progresivo por el abandono del sector primario tradicional, lo que ha provocado la revegetación y, en consecuencia, la homogeneización del paisaje y la disminución de su resiliencia ambiental.

En este contexto, el proyecto LIFE MIDMACC tiene como principal objetivo promover la adaptación al cambio climático de la media montaña mediterránea a través de la recuperación de un paisaje en mosaico más resiliente al cambio climático a partir de la recuperación de pastos, la gestión forestal y el cultivo de la viña. El proyecto se desarrolla en tres territorios representativos de la media montaña al sur de los Pirineos (Aragón, Cataluña y La Rioja).

Esta guía que tienes en las manos resume, en primer lugar, el análisis de riesgos de la media montaña mediterránea frente a los impactos del cambio climático; a continuación, describe la metodología utilizada, los resultados, el escalado de cuenca y las recomendaciones a partir del despliegue de medidas en los tres territorios. Por último, propone otras medidas de adaptación para la media montaña mediterránea a partir del trabajo realizado con los actores del territorio.

El proyecto LIFE MIDMACC se ha desarrollado durante cinco años (2019-2024) y ha contado con la financiación de la Comisión Europea a través del programa LIFE (Climate Change Adaptation). El Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF) ha sido la entidad coordinadora y ha contado con la participación del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA), la Oficina Catalana del Cambio Climático (OCCC), Comunidad de Trabajo de los Pirineos (CTP), la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), la Universidad de La Rioja (UR), y la Universidad de Zaragoza (UZ).

# Análisis de riesgos

# 01



En este capítulo se analizan los riesgos y las vulnerabilidades de la media montaña frente a los impactos del cambio climático en Aragón, Cataluña y La Rioja, tres territorios con características ambientales propias de las regiones montañosas del sur de Europa.

A partir de datos bibliográficos y de la participación de los actores que forman parte de los comités regionales (CR) de los tres territorios, se estudia la evolución en el tiempo de la temperatura y la precipitación, y se valoran los riesgos observados y potenciales producidos por el cambio climático en diferentes sectores y sistemas (*para más información, [consultar el entregable núm. 12](#)*).

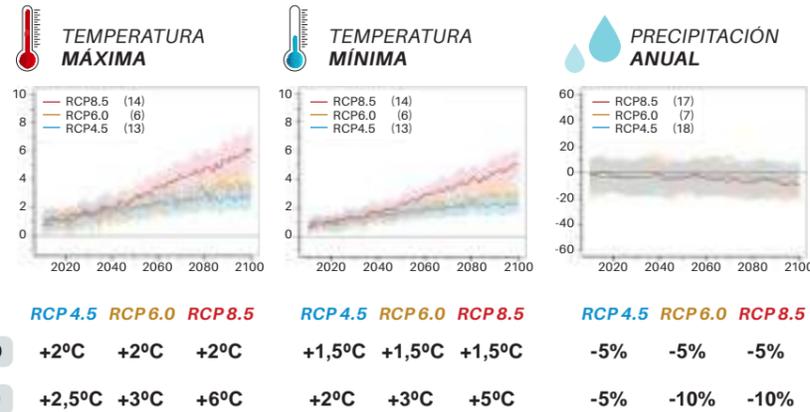
## PROYECCIONES CLIMÁTICAS

### Temperaturas:

Tendencia a aumentar, tanto las máximas como las mínimas, en los tres escenarios propuestos por el IPCC.

### Precipitaciones:

Tendencia a disminuir, poco representativa, debido a la irregularidad y variabilidad anual de las precipitaciones.



Fuente: AEMET, 2020

## ANÁLISIS DE RIESGOS

### Abandono de tierras de cultivo y de pastos

Un 70% del espacio agrícola de los Pirineos aragoneses se abandonó entre los años 1940 y 1975. El abandono de estos espacios ha promovido su colonización vegetal y en consecuencia, el incremento de zonas de matorrales y de bosques ha producido la pérdida de recursos pastorales.



### Desplazamiento de las líneas arbustivas y de bosque y pérdida de hábitats

Debido a la disminución de actividad ganadera y a unas condiciones más cálidas a causa del cambio climático se espera que se produzca un desplazamiento ascendente de los límites arbóreos hacia cotas superiores y en consecuencia, algunas especies, como la tarabilla norteña (*Saxicola rubetra*) y el acentor alpino (*Prunella collaris*), pierdan su hábitat.

### Crecimiento de la superficie boscosa y reducción del caudal en los ríos

La proliferación de bosques será más rápida y abundante que la de matorrales comportando así un predominio de las zonas boscosas no gestionadas, que puede implicar una reducción de los caudales en los ríos.

	Inicial	10 años	20 años	30 años
Pastos	12,4%	12,4%	10%	8%
Matorrales	21,2%	8,4%	2,6%	4,4%
Bosques	50,8%	63,6%	71,8%	72%

Estimación de la conversión de pastos en matorral y de matorral en bosque en la cueca del Estarrún

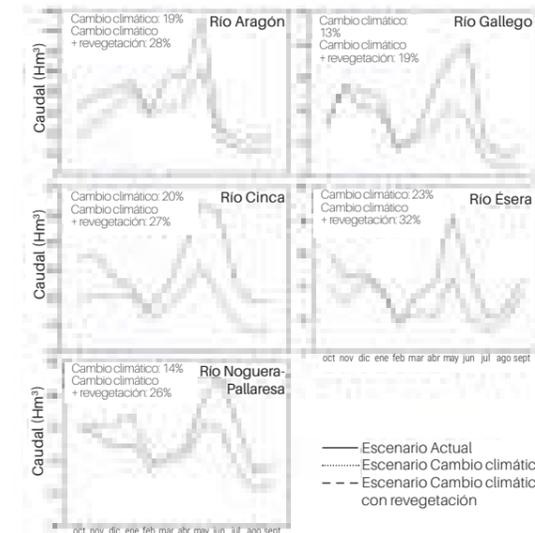
Fuente: Khorchani et al. (2021).

### Reducción de la disponibilidad hídrica y modificación de la calidad del agua

Los impactos del cambio climático y el abandono de las tierras agrícolas repercuten sobre los recursos hídricos, **disminuyendo drásticamente los caudales** de los ríos aragoneses.

El proceso de **revegetación** combinado con el aumento de **temperaturas** y la **disminución de precipitaciones** comporta una menor disponibilidad de agua en las cuencas con una disminución importante en primavera y en verano.

La disminución de los caudales o la explotación de los acuíferos conlleva cambios en la calidad del agua.



Caudal simulado en condiciones ambientales actuales, asumiendo cambio climático y el efecto combinado entre el cambio climático y los usos del suelo en cinco cuencas aragonesas. Fuente: López-Moreno et al. (2014).

### CAUDALES



Estimación de la disminución del caudal en cuencas del alto Aragón entre 2021-2050. Fuente: López-Moreno et al. (2014).

### Inundaciones y torrencialidad

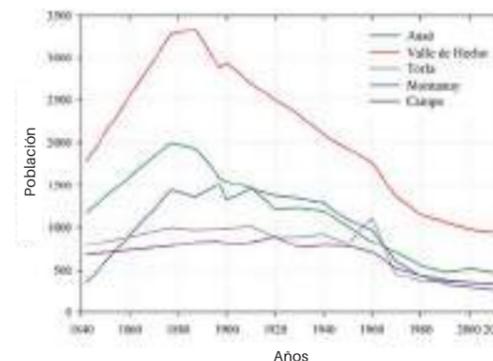
El abandono de las tierras y la ausencia de muros de piedra seca o bancales aumentan el **riesgo de inundaciones y torrencialidad**.

### Alteraciones en los sectores económicos



#### Turismo

La disminución de los recursos hídricos comportará una afectación sobre los deportes y las actividades de invierno relacionados con la nieve por una menor innivación.



Evolución demográfica regresiva en una selección de municipios de Aragón (pirineicos). Fuente: García-Ruiz et al. (2015).

### Sistemas naturales

- ↑ Incremento del ataque de plagas como la procesionaria del pino como consecuencia del estrés hídrico
- ↑ Mayor afectación de los servicios ecosistémicos
- ↑ Expansión de especies invasoras como la avispa asiática o el cangrejo de río americano
- ↑ Desplazamiento de especies alpinas como el abeto, el urogallo o el pájaro carpintero a cotas más elevadas y posible aparición de fauna mayor tamaño.
- ↑ Aumento del riesgo de incendios por el incremento de la biomasa debido al abandono de las tierras y los impactos del cambio climático
- ↓ Pérdida de biodiversidad

### Impactos sociales y demográficos

Riesgo de pérdida de infraestructuras, conocimientos y servicios por despoilamiento sufrido en los municipios pirenaicos en el último siglo.



## PROYECCIONES CLIMÁTICAS

### Temperaturas:

Aumento de la temperatura media (TMA), máxima (Tmáx.) y mínima (Tmín.) en todos los escenarios. Se espera que el incremento sea superior en la zona de los pirineos en comparación con el litoral y prelitoral.

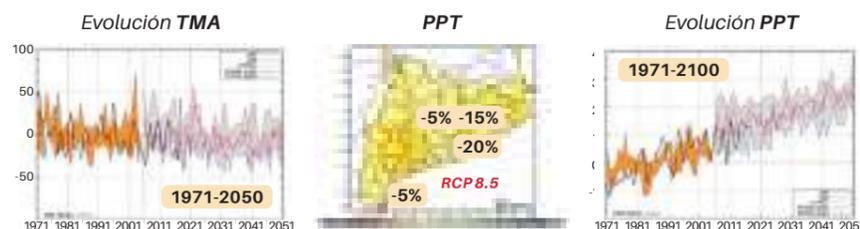
INCREMENTO TEMPERATURAS			
	TMA	Tmáx.	Tmín.
RCP 4.5	+0,13°C	+0,15°C	+0,11°C
RCP 8.5	+0,41°C	+0,48°C	+0,35°C

\*Incremento por decenio

Fuente: METEOCAT, 2021

### Precipitaciones:

Tendencia a una disminución moderada en los tres escenarios, con reducciones entre un 5 y un 20%, siendo la zona litoral la más afectada.



TMA Temperatura media anual

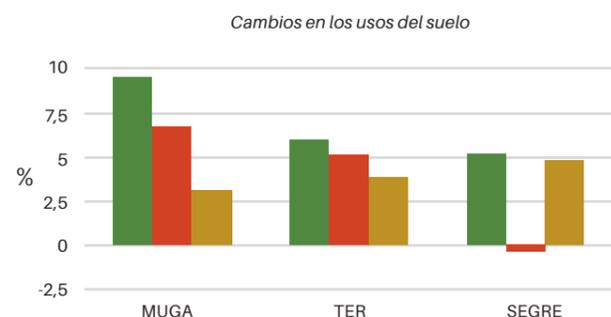
RCP Escenarios de emisiones

PPT Precipitación media anual

## ANÁLISIS DE RIESGOS

### Cambios en los usos del suelo

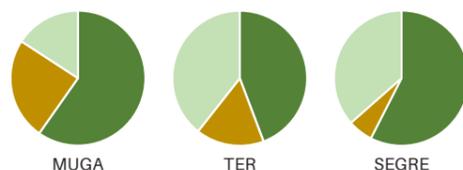
Entre los años 1970 y 2005, los usos del suelo en las cuencas de la Muga, del Ter y del Segre se ha producido un incremento de la superficie forestal a costa de los espacios de prados, pastos y campos de cultivo



Leyenda  
■ Superficie forestal  
■ Abandono cultivos  
■ Pérdida de prados y pastos

Fuente: Cantos et al. (2022).

Cambios en la distribución en el espacio (km<sup>2</sup>) de matorrales entre 1970 y 2005



Fuente: Vicente-Serrano et al. (2016).

Leyenda: ■ Matorral a bosque ■ Prados y pastos a matorrales ■ Cultivos a matorrales

El paisaje se ha visto modificado, por lo que principalmente grandes extensiones de matorral han evolucionado hacia masas boscosas, mientras que cultivos y prados han sido ocupados por matorrales.

### Aumento de la masa forestal y cambios en la distribución de especies

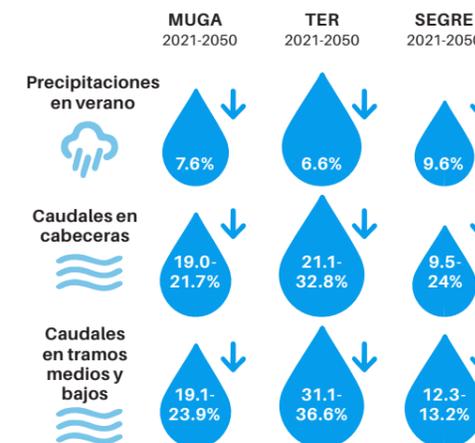
Las comunidades vegetales y algunas especies de fauna salvaje como los jabalíes y los corzos han alterado sus dinámicas poblacionales por una combinación de factores entre los que destacan los cambios de usos del suelo y el cambio climático produciendo en consecuencia impactos significativos sobre la agricultura y la ganadería.

### Reducción de la disponibilidad hídrica y afectación en las aguas subterráneas

La evaluación de los impactos del cambio climático sobre el ciclo del agua y los cambios en los usos de los suelos prevén una reducción generalizada del caudal de las tres cuencas durante la primera mitad del siglo XXI. Estos descensos varían en función del tramo del río:

- **Cabecera:** reducciones severas del caudal debido al cambio climático y a los cambios de los usos del suelo (incremento de las masas boscosas).
- **Tramo bajo:** caudales fuertemente condicionados por el régimen de gestión de los embalses.

Estas modificaciones en el balance hídrico afectarán a la producción de energía hidroeléctrica y a las aguas subterráneas, sobre todo, a la recarga de acuíferos con una disminución de hasta el 20%.



Fuente: Pla et al. (2018).

### Crecidas e inundaciones

El cambio de calendario del deshielo y el del régimen de los periodos extremos de las precipitaciones pueden aumentar la frecuencia de los desastres naturales por crecidas e inundaciones.

### Alteraciones en los sectores económicos

Alta variabilidad en calidad y cantidad de las cosechas y cultivos debido a los impactos del cambio climático:



#### Viñedo

- Reducciones de producción.
- Incremento en los azúcares, reducción en la acidez y afectación en el color y los aromas.
- Afectación del tamaño de la uva.
- Necesidad de nuevas variedades con menor dependencia hídrica.



#### Turismo

- Afectación por disminución del atractivo visual por cambios irreversibles en el paisaje.

### Impactos sociales y demográficos

- Falta de gestión y mantenimiento del territorio.
- Cambios en el paisaje que implican una pérdida progresiva del patrimonio cultural, como el deterioro de los muros de piedra seca.

### Sistemas naturales



Debilidad de los bosques de ribera por sequía. Puede incrementar la erosión de la cuenca.



Incremento de patologías como la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*) en pinares densos.



Aumento del riesgo de incendios por un incremento de temperaturas combinado con la expansión de la masa boscosa por abandono de los cultivos y desperdicio de recursos forestales.



Mayor dificultad de maduración de los bosques por un rejuvenecimiento continuado.



Aumento de cambios en los periodos de floración y en la fenología de la fauna.



La pérdida de espacios abiertos forestales por incremento de masa boscosa ha comportado la disminución de especies de lepidópteros y aves propias de estos espacios.

-57%



-17%



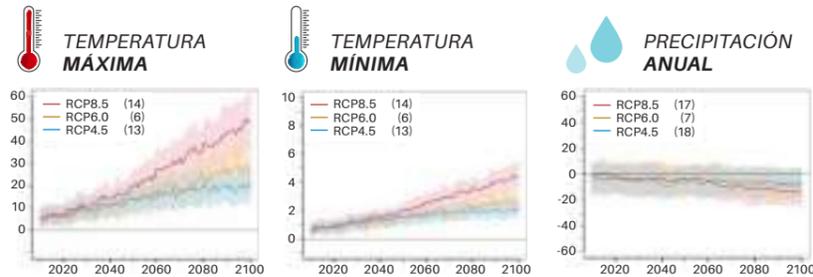
## PROYECCIONES CLIMÁTICAS

### Temperaturas:

Tendencia a un aumento pronunciado de las máximas y moderado de las mínimas.

### Precipitaciones:

Tendencia a una moderada disminución en los tres escenarios.



RCP Escenarios de emisiones.

Fuente: AEMET, 2020

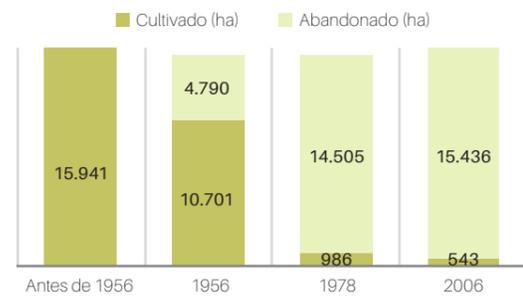
## ANÁLISI DE RIESGOS

### Abandono de las tierras de cultivo y pastos

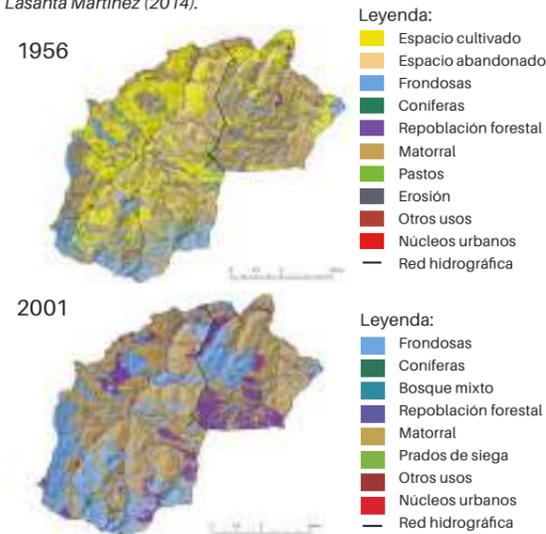
Desde mediados del siglo XX, el descenso de la presión agrícola en el territorio ha ido acompañado de un descenso de población. A medida que el territorio se ha ido despoblando, se ha producido una contracción del área agrícola, hasta el punto de que sólo un 0,13% de la superficie total del territorio está cultivada.

### Aumento de bosques y pérdida de pastos

La disminución de la presión ganadera sobre el territorio ha supuesto una importante expansión de la cubierta vegetal. En la zona de Camero Viejo "donde el espacio reservado a la actividad agrícola prácticamente ha desaparecido" se puede apreciar que los usos del suelo actuales mayoritarios son bosques y matorral



Evolución del espacio agrícola (cultivado y abandonado) en Camero Viejo (La Rioja) desde antes del año 1956 al 2006. Fuente: Lasanta Martínez (2014).



Usos y cubiertas del suelo en Camero Viejo (1956-2001). Fuente: Lasanta Martínez (2014).

Camero Viejo	1956	2001
Reforestación	76 ha	4.278 ha
Bosques de frondosas	4.434 ha	11.384 ha
Pastos	+	-
Matorral	-	+

### Reducción de la disponibilidad hídrica y afectación de su gestión

La demanda de agua en el tramo del río Ebro que pasa por La Rioja es muy elevada. Numerosos núcleos de población consumen recursos hídricos de su cuenca.



Núcleos de población de la cuenca del Ebro en su paso por La Rioja. Fuente: Gobierno de La Rioja (2008).

El abandono de las tierras agrícolas y el cambio climático sumado a la elevada demanda de agua comportará:

- Alteraciones en el régimen de caudales.
- Modificaciones de la distribución estacional.
- Cambios en la magnitud y frecuencia de las avenidas.
- Afectación de las escorrentías.

### Inundaciones y torrencialidad

El desmantelamiento de terrazas agrícolas en diversos puntos riojanos ha acelerado los procesos de erosión, como ocurre en los valles de Cidacos y del Leza-Jubera. La pérdida de estos elementos comporta un mayor riesgo de torrencialidad e inundaciones.

### Sistemas naturales

- ↑ Densificación de dehesas por abandono de los cultivos (homogeneización del paisaje).
- ↓ Pérdida de biodiversidad.
- ↑ Aumento de riesgo de incendios por falta de gestión en zonas de complicado acceso y fuerte pendiente.
- ↑ Aumento de patologías.

### Alteraciones en los sectores económicos



#### Pastos y ganadería

- Disminución en la productividad de pastos y de la actividad ganadera.
- Menor tiempo de estabulación del ganado por bonanza de temperaturas.



#### Viñedo

- Desplazamiento del viñedo a cotas más altas.
- Cambios en la variedad de uva.



#### Turismo

- Reducción del atractivo turístico por modificación del paisaje y menor innovación.



### Impactos sociales y demográficos

- Nulo crecimiento de la población debido a las décadas de éxodo rural, cambios sociales y envejecimiento de la población.
- Cambios en el paisaje que implican una pérdida progresiva del patrimonio cultural.

# Medidas de adaptación implementadas en el proyecto

# 02



## Medidas implementadas en el proyecto

La elevada vulnerabilidad frente a los impactos del cambio climático junto con el abandono rural y el descenso de la actividad socioeconómica ponen en riesgo las montañas del sur de Europa.

Para mejorar su resiliencia ambiental y socioeconómica se ha evaluado la eficacia ecológica y socioeconómica de diversas medidas adaptativas en tres zonas piloto representativas de la media montaña de **Aragón, Cataluña y La Rioja**.



Las medidas de adaptación implementadas por zona son:

-  **Recuperación de pastos** (Aragón y La Rioja)
-  **Gestión forestal** (Aragón y Cataluña)
-  **Optimización y/o introducción de viñedo** (Cataluña y La Rioja)



# RECUPERACIÓN DE PASTOS

La recuperación de pastos como medida de gestión del paisaje, se basa en una acción inicial de desbroce de matorral seguido por la introducción de ganadería extensiva.

De esta forma se pretende recuperar un paisaje de mosaico y, en consecuencia, reducir el riesgo de incendio, así como otras vulnerabilidades propias de las zonas de la media montaña mediterránea.

## I. METODOLOGIA

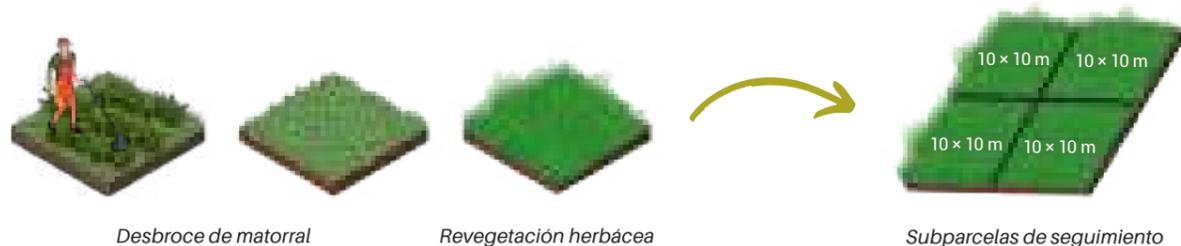
Se han implementado pruebas piloto en dos zonas representativas de la media montaña mediterránea como son las localidades de San Román de Cameros y Ajamil de Cameros en **La Rioja**, y La Garcipollera en **Aragón**.

Con el objetivo de evaluar la recuperación de los pastos como medida de adaptación ante el cambio climático se han llevado a cabo los siguientes pasos:

### 1 Desbroce de matorral:

El desbroce consiste en la eliminación de la cubierta arbustiva en un espacio amplio con unas condiciones similares de altitud, orientación y litología. La intensidad de desbroce, tanto manual como mecánico, dependerá de las condiciones iniciales de la zona de estudio.

Las acciones de desbroce deben tener en cuenta que no se pueden llevar a cabo en lugares donde la pendiente sea superior al 30%, ni en zonas con más de un 20% de árboles y evitar desbrozar los árboles y arbustos que tengan una altura superior a 1,5 - 2m.



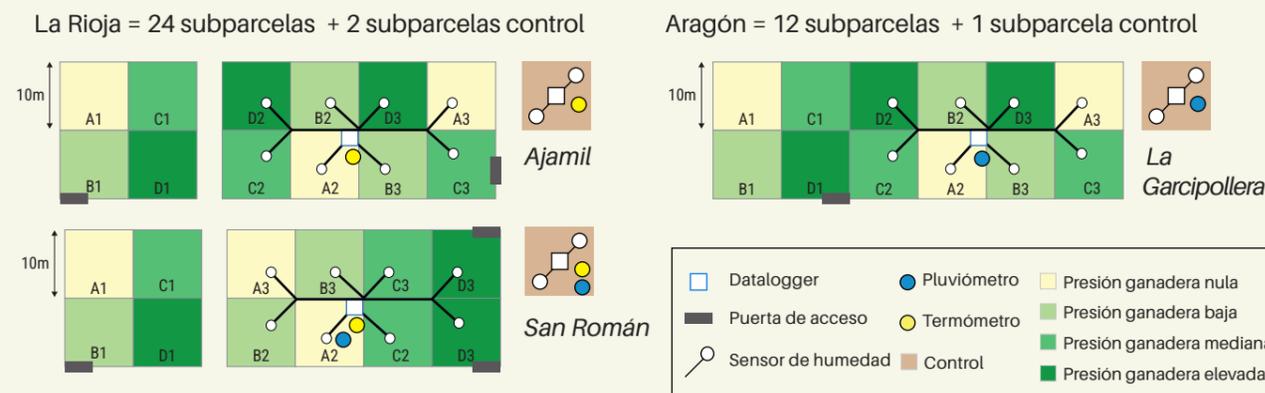
### 2 Instalación de las parcelas de seguimiento

Tras el desbroce se delimitan las parcelas de seguimiento. En cada una se recrean 4 escenarios con diferente presión ganadera (A, B, C y D): 4 ovejas que serán introducidas en las subparcelas diferentes veces al año durante un periodo de 72 h.

También se crea una subparcela control, sin intervención. Cada escenario tiene 3 réplicas (x3) consiguiendo un total de **12 subparcelas** con diferente presión ganadera y **1 subparcela de control** (x1).



Diseño experimental de las parcelas de seguimiento con diferente presión ganadera y ubicación de la instrumentación de seguimiento de las variables ambientales:

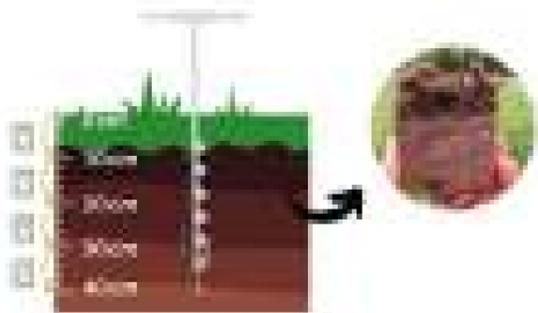


### 3 Protocolo y variables de seguimiento

Para poder evaluar los efectos del desbroce y la gestión ganadera en la recuperación de pastos, después de la instalación de las parcelas, se lleva a cabo el seguimiento de las siguientes variables ambientales (para más información [consultar el entregable núm. 8](#)):

#### Propiedades del suelo

Los cambios en los usos del suelo modifican la composición de la cubierta vegetal afectando al contenido y la calidad de las propiedades del suelo, especialmente la materia orgánica y el carbono orgánico, elemento de gran interés para mitigar el cambio climático. Por eso se realiza un seguimiento continuado de la humedad del suelo y uno puntual al inicio y final de los experimentos sobre las propiedades del suelo (C/N, materia orgánica, entre otros), a excepción de las variables relacionadas con el almacenamiento del carbono, donde el seguimiento deviene anual.



#### Condiciones meteorológicas locales

Para poder interpretar la evolución de las variables ambientales monitorizadas, se realiza un registro continuado de las condiciones meteorológicas durante todo el proyecto.

- sensor de temperatura del aire
- sensor de la humedad del suelo
- pluviómetro



#### Pastos

Se evalúa el efecto de diferentes cargas ganaderas en la producción y la calidad de los pastos a través del análisis de la riqueza y composición de especies vegetales, y también de la calidad nutritiva, la productividad de biomasa y el valor pastoral. Todos los muestreos se efectúan a finales de primavera antes de iniciar la actividad ganadera y coincidiendo con el pico de floración para asegurar así la identificación.



#### Respuesta hidrológica y erosión

Los usos y cubiertas del suelo determinan la relación entre la precipitación, la escorrentía y la erosión del suelo. En este contexto, y por medio de simulaciones de lluvia, se evalúa cómo el desbroce y las diferentes cargas ganaderas afectan a la respuesta hidrológica (coeficiente de escorrentía y profundidad infiltración) y también a la erosión del suelo.



## II. RESULTADOS

### RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO A ESCALA DE PAISAJE

A continuación, se muestran los efectos, a escala de paisaje, de la aplicación de desbroces como medida adaptativa ante el cambio climático en los estudios realizados en La Rioja y Aragón para recuperar los pastos y controlar los incendios forestales en la media montaña:



#### a Paisaje en mosaico

- Incremento de la diversidad de usos y de las cubiertas del suelo.
- Mejora la diversidad y la estética del paisaje.

#### b Desarrollo de la ganadería

- Aumento del censo ganadero.
- Incremento de la ganadería extensiva.
- Fijación de la población (jóvenes ganaderos).

#### c Reducción del riesgo de incendio y de la superficie quemada

- Eliminación del material combustible.
- Reducción de la continuidad vertical y horizontal del combustible.
- El paisaje en mosaico evita la continuidad del combustible, facilitando la extinción de incendios.
- Eliminación de los fuegos pastorales para crear nuevos pastos, principal causa de ignición.

#### d Incremento de la provisión de recursos hídricos

- Aumento de escorrentía superficial y, por tanto, de recursos hídricos.
- Incremento de las tasas de erosión por el desbroce de matorrales, asumible por el sistema.
- Aumento de la provisión de recursos hídricos en las cuencas sin prácticamente pérdida de suelo.

#### e Mejora del estado de los pastos

- Suelos más fértiles y de mayor calidad en terrenos con desbroces antiguos (>25 años)
- Mayor stock de Carbono orgánico y Nitrógeno asociado a las cubiertas de los pastos.
- Fuente de alimentación básica para el ganado, sobre todo son clave los pastos bajo arbolado en ambientes mediterráneos durante el verano.\*

\* Los pastos bajo arbolado están en riesgo al ser espacios no susceptibles de recibir subvenciones por la Política Agraria Común (PAC)

## RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO A ESCALA DE PARCELA

A continuación se muestra una escala más detallada (parcela de 100 m<sup>2</sup>) el papel de la carga ganadera sobre la eficiencia de los desbroces y las diferentes variables ambientales estudiadas durante el seguimiento en La Rioja y Aragón.

### Interpretación de los resultados

Los resultados obtenidos de los escenarios de desbroce y de gestión ganadera se muestran mediante tablas de valores cualitativos.

Los valores indican la magnitud y la orientación del cambio. De esta forma se puede apreciar si la variable no cambia, aumenta o disminuye y la intensidad con la que lo hace. También se indican aquellos casos en los que no se dispone de datos.

Cabe recordar que los resultados mostrados indican una tendencia, pero no son concluyentes dado el corto período de estudio (3-4 años) así como los efectos de la variabilidad climática y las diferencias entre las zonas de estudio.



## EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO

La calidad del suelo mejora con la presencia de ganado pastando, ya que favorecen un incremento del secuestro de carbono orgánico y nitrógeno en el suelo. Sin embargo, dada la poca información disponible, no puede determinarse qué carga ganadera es la adecuada. Por otra parte, los resultados de humedad del suelo son muy diversos en función de la estructura de la cubierta, de la ganadería y su presión.

	Humedad	Relación carbono/nitrógeno	Carbono orgánico
<b>Aragón - La Garcipollera</b>			
Control	▲▲▲▲	▲▲▲▲	▲▲▲▲
Sin ganadería	▲▲▲▲	▲	▲
Carga baja	▲	▲	▲
Carga mediana	▲▲	▲▲	▲▲
Carga alta	▲▲▲	▲▲▲	▲▲▲
<b>La Rioja - San Román</b>			
Control	▲▲▲▲	▲▲▲	▽▽
Sin ganadería	▲	▲	▽▽
Carga baja	▲▲▲▲	▲	▽▽▽
Carga mediana	▲▲▲	▲▲	▽▽
Carga alta	▲▲	▲▲▲▲	▽
<b>La Rioja - Ajamil</b>			
Control	▲	▲▲	▲▲▲
Sin ganadería	▲▲	▲▲▲	▲▲
Carga baja	▲▲	▲▲▲	▲
Carga mediana	▲▲	▲▲▲	▲▲
Carga alta	▲▲▲▲	▲▲▲▲	▲▲▲▲

## EFFECTOS EN LA ESCORRENTIA Y LA EROSIÓN

La implantación de medidas de gestión del paisaje afecta, entre otras, a las propiedades del suelo, con consecuencias importantes para la escorrentía y la erosión del suelo.

En la evaluación del efecto de los desbroces y de las diferentes cargas ganaderas sobre la respuesta hidrológica y la erosión del suelo, se observan unas tasas de escorrentía elevadas en presencia de cargas ganaderas altas sin que se detecte un incremento de las tasas de erosión. Un resultado que se hace relevante de cara a la producción de agua azul en las cuencas.

	Escorrentía	Erosión
<b>Aragón - La Garcipollera</b>		
Control	▲	▲▲
Sin ganadería	▲▲	▲▲▲▲
Carga baja	▲	▲
Carga mediana	▲▲▲	▲▲▲
Carga alta	▲▲▲▲	▲▲▲
<b>La Rioja - San Román</b>		
Control	=	=
Sin ganadería	=	=
Carga baja	=	=
Carga mediana	=	=
Carga alta	▲▲	▲
<b>La Rioja - Ajamil</b>		
Control	=	=
Sin ganadería	▲▲	▲
Carga baja	▲▲	▲
Carga mediana	▲▲	▲
Carga alta	▲▲▲	▲

## PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LOS PASTOS

Tanto los usos previos del suelo como sus condiciones edáficas condicionan la cubierta y la riqueza de los pastos. Así pues, en suelos degradados la cubierta herbácea es más escasa que en suelos más fértiles o de uso ganadero previo, que podrán soportar cargas ganaderas más elevadas.

Además, la presencia de ganadería comporta una mayor cobertura de herbáceas, entre ellas una mayor proporción de leguminosas y una menor cobertura de gramíneas en comparación con aquellos terrenos sin carga ganadera.

En cuanto a la producción y calidad, los datos analizados corresponden sólo al primer año de muestreo. Por lo tanto, no se puede validar el efecto de la intensidad de la ganadería, sólo el efecto de los desbroces, comparando la parcela control con el desbroce sin ganadería. En este caso, los resultados obtenidos indican una tendencia al incremento de la producción de los pastos después de eliminar los matorrales.

	Suelo desnudo	Cubierta herbácea	Producción	Riqueza de herbáceas	Calidad
<b>Aragón - La Garcipollera</b>					
Control	▲	▲	▲▲	▲	▲▲
Sin ganadería	▲▲	▲▲	▽	▲	▲
Carga baja	▲▲▲	▲▲	×	▲▲	×
Carga mediana	▲▲	▲▲	×	▲▲	×
Carga alta	▲▲▲	▲▲	×	▲	×
<b>La Rioja - San Román</b>					
Control	▲	▲	▲	▲	▲
Sin ganadería	▲▲	▲▲	▲▲	▲	▲
Carga baja	▽	▲▲▲	×	▲▲	×
Carga mediana	▽	▲▲▲	×	▲▲	×
Carga alta	▽	▲▲▲	×	▲▲	×
<b>La Rioja - Ajamil</b>					
Control	▽	▲	▲	▲▲	▲
Sin ganadería	▲	▲▲	▲▲	▲	▲
Carga baja	▲	▲▲▲	×	▲▲	×
Carga mediana	▲	▲▲▲	×	▲▲	×
Carga alta	▽	▲▲▲	×	▲▲	×

## CONDICIONES CLIMÁTICAS

Las condiciones climáticas anuales son un condicionante en la oferta de los pastos y para la carga ganadera. En años secos, los suelos presentarán una cubierta vegetal escasa, por tanto, será necesaria una carga ganadera baja. Mientras que en años más húmedos, habrá una mayor producción y los mismos pastos podrán admitir cargas más elevadas.

## EFICIENCIA DE LOS DESBROCES

Para mantener las acciones de desbroce, es necesario que el ganado pague. Sin la acción ganadera, en un período entre 3 y 4 años, los terrenos desbrozados son recolonizados por matorral. Principalmente, dominan especies herbáceas y arbustivas con un predominio (>20%) de *Genista scorpius* en suelos calcáreos y de *Cistus laurifolius* en suelos silíceos.

Sin embargo, para poder garantizar un buen pastoreo del ganado es necesario eliminar los matorrales de raíz. Si no se realiza esta práctica, los rebrotes no son consumidos por las ovejas y con el tiempo vuelven a colonizar el terreno.

### III. ANÁLISIS ECONÓMICO

#### ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS DESBROCES

Con el objetivo final de obtener una herramienta útil para que los diferentes actores implicados en la gestión del territorio puedan valorar las posibilidades de aplicar las medidas de adaptación al cambio climático descritas anteriormente, se realiza el siguiente análisis sobre los costes económicos y las características que influyen en su variabilidad (*para más información consultar el estudio correspondiente incluido en el entregable núm.21*):

Los costes de las actividades de desbroce pueden ir desde los 150 €/ha aproximadamente, si se considera un desbroce simple mecanizado, a los 5.100 €/ha, si se realiza una actividad más completa (desbroce manual, clara, poda, gestión de los restos vegetales y siembra), habilitando la zona para proporcionar pasto a los animales.

##### Mantenimiento de un pasto ya existente

Repaso de mantenimiento en una parcela de pasto con poca pendiente y baja densidad de cubierta forestal.



##### Recuperación de antiguos pastos y antiguos cultivos

Acciones de desbroce de matorral para la recuperación de un terreno llano con densidad elevada de matorral.



##### Recuperación completa de un antiguo pasto

Gestión completa con diversas acciones de desbroce y forestales para la recuperación de un antiguo pasto.



*Nota: Los precios mostrados no tienen en cuenta el IVA ni el coste de alquiler de la maquinaria ni su transporte. Datos extraídos de empresas públicas como TRAGSA (Transformación Agraria, SA), SARGA (Sociedad Aragonesa de Gestión Agroambiental, SLU) y Forestal Catalana SA, y de los gastos realizados en el proyecto LIFE MIDMACC por las acciones de desbroce y gestión forestal.*

#### CONDICIONANTES DE COSTES

Los costes de actuación se asocian principalmente al volumen de trabajo a realizar. Este volumen depende, por un lado, de la superficie a desbrozar y sus características, y por otro, del tipo de actuación realizada, y del tiempo dedicado. Aunque el coste medio de un desbroce es de 2.000 €/ha, se observa una gran variabilidad en el coste real que oscila entre 150 y 5.100 €/ha.

Esta variación se debe a que las diferentes características del terreno y de otros aspectos, condicionan de forma directa las horas dedicadas de mano de obra para ejecutar la tarea, que se traslada posteriormente en los costes de éstas. A continuación, se detallan los aspectos que influyen sobre las horas de dedicación haciendo aumentar o disminuir el volumen de trabajo y, por lo tanto, el coste:

##### Pendiente del terreno

A mayor inclinación del terreno, mayor dificultad de ejecución y, por lo tanto, más tiempo de dedicación. El uso de maquinaria reduce el número de horas de mano de obra. Sin embargo, es necesario adaptar la maquinaria en función de la pendiente.



Tipo de trabajo	Tractor	Tractor con maquinaria	Mano de obra
Tiempo de dedicación	1 reloj	2 relojes	3 relojes
Costes	1 moneda	2 monedas	3 monedas

Relación entre la diferente inclinación del terreno, mano de obra utilizada, tiempo de dedicación y costes invertidos.

### Recubrimiento de matorral

La superficie cubierta por matorral condiciona los esfuerzos de trabajo. Cuanta más superficie cubierta, será necesaria más mano de obra, material y maquinaria.

### Coste del transporte

La ubicación y accesibilidad del terreno condiciona el coste del transporte junto con el volumen de producto a extraer ya que esto puede comportar el uso de un mayor número de vehículos y de viajes.

### Gestión de los restos vegetales

En función de la cantidad y del tipo de restos vegetales a extraer y gestionar, los costes incrementan de forma significativa, incluso pueden superar el coste de la acción de desbroce.

### Horas de dedicación

La pendiente del terreno influye de forma notoria en el número de horas de dedicación. Una pendiente del 50% llega a multiplicar por 7 las horas de actuación, mientras que un terreno llano con una sola jornada es suficiente.



✓ Las características del terreno condicionan de forma directa las horas dedicadas de mano de obra, a más pendiente y más matorral, más horas de dedicación y mano de obra.



✓ Mecanizar las acciones de desbroce siempre que se pueda para disminuir tiempo y mano de obra.



✓ Mantener el desbroce con ganadería extensiva es beneficioso para los ganaderos y, a la vez, permite reducir el riesgo de incendio y los costes derivados.



## ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA GANADERÍA EXTENSIVA

El uso de la ganadería extensiva en la gestión de los pastos y de los bosques es relevante para reducir el proceso de revegetación y, por lo tanto, permite prolongar en el tiempo los efectos de las acciones forestales y de desbroce.

A pesar de la importancia de la ganadería en el mantenimiento de bosques y pastos, en los últimos años se ha observado una reducción de su valor económico y en el número de ganaderos debido al notable abandono de las zonas rurales.

Con el objetivo de conocer la viabilidad de aplicar la ganadería extensiva como medida de adaptación, dada la falta de recursos y de explotaciones ganaderas en la media montaña, se efectúa el siguiente análisis sobre la situación socioeconómica de 3 explotaciones ganaderas de gestión privada y una de pública, donde el producto de venta corresponde a vacas, ovejas y/o cabras principalmente para el engorde (para más información [consultar el análisis correspondiente incluido en el entregable núm.21](#)):

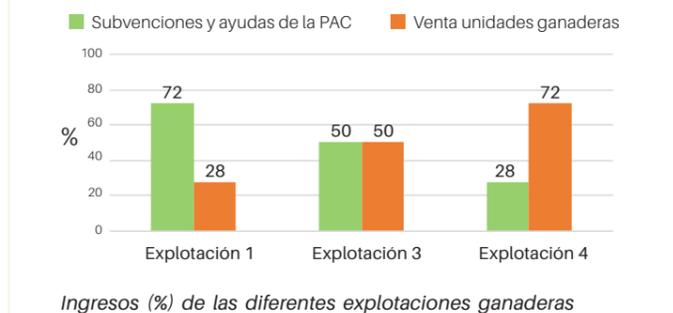
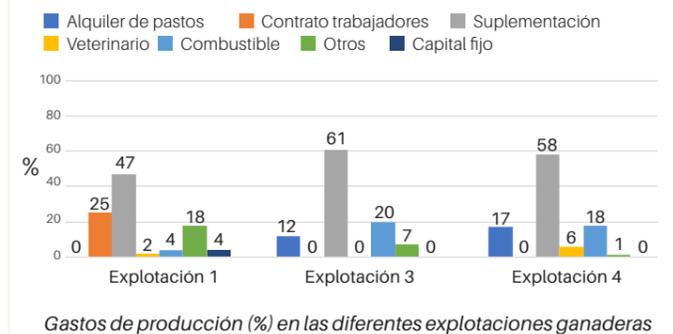
	Explotación 1	Explotación 2	Explotación 3	Explotación 4
<b>Tipo de gestión</b>	Privada	Pública	Privada	Privada
<b>Pastos/Bosques</b>	En propiedad	Zona experimental	En alquiler	En alquiler
<b>Superficie (ha/UGM)</b>	0,49	22,8	1,76	0,88
<b>Trabajadores contratados (público y privado)</b>	✓	✓	✗	✗
<b>Gastos totales (€/UGM)</b>	905,94	-	451,38	172,13

*UGM: Unidad de ganadera mayor.  
Los gastos totales de la explotación ganadera 2 no se muestran debido a que se trata de una finca experimental gestionada por la administración pública. Los gastos totales se han estimado como la suma de los gastos de alquiler de pastos, salario de los trabajadores contratados, suplementación alimentaria, gastos sanitarios y de transporte, otros gastos (servicios profesionales, electricidad, instalaciones) y capital fijo.*

### Caracterización económica

Las explotaciones ganaderas extensivas analizadas tienen dificultades para ser viables económicamente. El coste más notable es la suplementación alimentaria que representa entre el 50 y el 60% del total de los gastos de producción. Además, los ingresos generados por la venta de producto son muy variables.

En consecuencia, las subvenciones y ayudas de la PAC son claves para poder cubrir como mínimo los gastos de producción.



Por otro lado, y según la valoración económica pero también social de las explotaciones ganaderas que han participado en el análisis, se determinan los siguientes factores como condicionantes para su viabilidad en la aplicación como medida de adaptación:

### Suplementación del ganado

La suplementación del ganado se convierte en un de los gastos más costosos para los ganaderos, corresponden a un 50% y 60% del total de los gastos por unidad ganadera. Por lo tanto, es esencial reducir los gastos de suplementación y aumentar la disponibilidad de pastos y bosques donde los animales puedan alimentarse libremente y no comporte elevados gastos en las explotaciones.

### Subvenciones y ayudas de la PAC

Las ayudas de la PAC resultan imprescindibles para todas las explotaciones ganaderas evaluadas para poder cubrir al menos los gastos de producción. Sin embargo, numerosos ganaderos no están satisfechos con estas ayudas y subvenciones, aunque sean claves para su supervivencia. Consideran que se hace una mala gestión y a menudo, las desestiman debido a la elevada burocracia que conllevan los trámites.

### Disponibilidad de pastos

Disponer de zonas de pasto es relevante para la viabilidad de la explotación. Por eso es importante que la administración asegure el acceso. También hay que tener en cuenta si las zonas de pastos están ubicadas en terrenos de alquiler o de propiedad.

### Comercialización de las crías

El producto principal de ingresos es el animal de engorde. A través de la venta de terneros y corderos con este fin se generan los ingresos de producción. Sin embargo, los precios son muy fluctuantes y varían según la zona, temporada y mercado. En los casos de estudio, las explotaciones ganaderas ingresan entre 200 y 500€ por venta de unidad ganadera. Estas ventas suelen corresponder entre el 28% y el 72% de los ingresos según la explotación ganadera.

### Mano de obra y relevo generacional

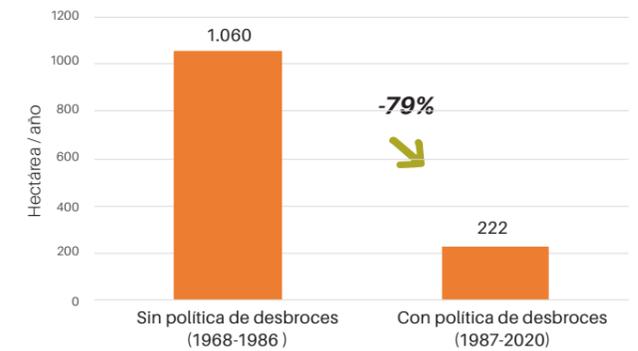
A menudo la mano de obra corresponde a familiares y no es remunerada. La contratación de trabajadores externos resulta difícil debido a los pocos beneficios obtenidos con la explotación. Además, el nivel de fijación de población, ya sea por relevo generacional como para recién llegados, es bajo debido a unas infraestructuras y servicios deficitarios, mala accesibilidad, y poca o nula cobertura telefónica que hay en los pueblos rurales y zonas de montaña.

## ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA APLICACIÓN DE DESBROCES EN LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO Y LA FIJACIÓN DE POBLACIÓN

El análisis se realizó en La Rioja, una de las comunidades autónomas que ha sido pionera en la gestión de desbroces y se compara con la comunidad vecina de Castilla y León (zona control) donde mayoritariamente se aplican quemas prescritas para reducir la biomasa y crear un paisaje en mosaico (*para más información consultar el análisis correspondiente incluido en el entregable núm.21*):

### Incendios forestales

A partir de la aplicación del Plan de desbroces de La Rioja a finales de los años 80, las hectáreas quemadas por año se han reducido en un 79%. Este tipo de gestión se basa en la limpieza mecánica del matorral combinada con el pastoreo del ganado, reduciendo así la biomasa forestal y también creando un paisaje en mosaico, con bosques alternados con matorrales y zonas de pasto. De esta forma, se consiguen reducir las quemas de biomasa efectuadas por ganaderos, posible origen de fuegos por accidente o negligencia.



Hectáreas quemadas por año antes (1968-1986) y después (1987-2020) de la entrada en vigor de la política de desbroces en La Rioja.

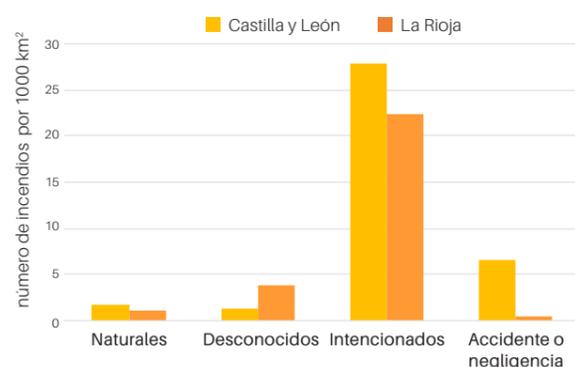


- ↑ • Crear un paisaje en mosaico
- Ganadería extensiva
- ↓ • Biomasa forestal
- Quemas prescritas
- Riesgo de incendios



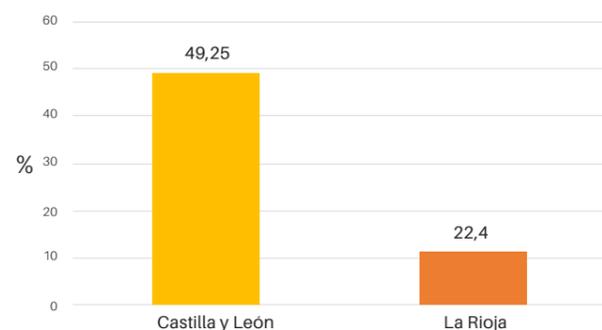
- ↑ • Crear un paisaje en mosaico
- Riesgo de incendios por accidente o negligencia
- Riesgo de pérdida de suelo
- ↓ • Biomasa forestal
- Riesgo de incendios forestales por otras causas

La aplicación de desbroces contribuye notablemente a reducir la probabilidad de que haya un incendio forestal (entre un 67 y un 77%) en la zona examinada, La Rioja, en comparación con la zona control, Castilla y León, donde se realizan quemas prescritas también se consigue una reducción de la superficie forestal quemada del 86,2%.



Número de incendios por 1.000 km² por tipo de causa de inicio en las comunidades de Castilla y León y La Rioja entre los años 2001 y 2015.

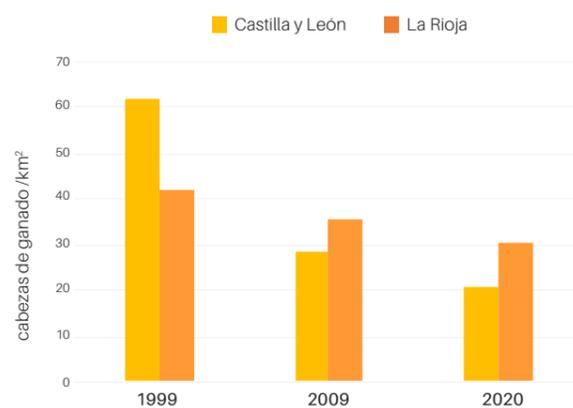
Los incendios forestales pueden iniciarse por causas naturales (rayos), por origen desconocido o bien pueden ser intencionados, por accidente o negligencia. La disminución del número de incendios por accidente o negligencia en La Rioja podría estar relacionada con la reducción de las quemas de pastos, que suelen ser el origen de este tipo de incendios.



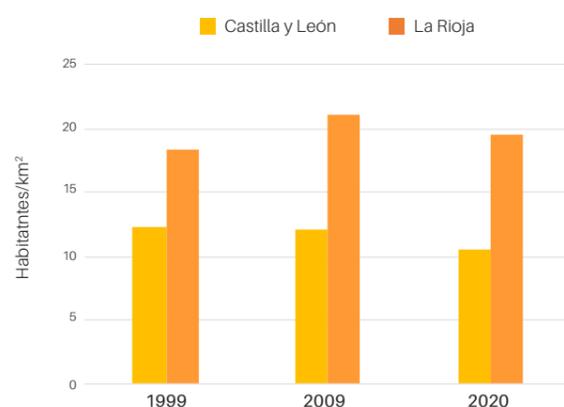
Porcentaje (%) de incendios entre el 2001 y 2015 en las comunidades de Castilla y León y La Rioja entre los 700 y 1000m. de altitud.

### Fijación de población

A través de la aplicación de quemas prescritas y desbroces se pretende conseguir gestionar el terreno con fines ambientales (reducción de incendios) pero también socioeconómicas basadas en fomentar la ganadería extensiva y fijar población en el territorio. En cuanto a la relación con el fomento de la ganadería, hay una disminución de cabezas de ganado en Castilla y León, donde no se realizan desbroces de matorral y/o claras. Por otro lado, se evidencia un efecto sobre la fijación de la población en el territorio de La Rioja con un incremento de la población en las zonas rurales.



Promedio de cabezas de ganado por municipios y años.



Promedio de habitantes por municipios y años.

### Gastos de extinción y pérdidas derivadas de los incendios

Los gastos de extinción y las pérdidas derivadas de los incendios se vuelven más elevadas en la zona control, donde se realiza una gestión a base de quemas prescritas. En cambio, en La Rioja, donde los desbroces han contribuido a reducir el riesgo de

incendio, las pérdidas por hectárea quemada son significativamente menores, rondando los 240 €/ha quemada. Así pues, la gestión del territorio permite evitar perder alrededor de 1.036 €/ha quemada además de conseguir reducir los costes de extinción /ha.

	Gastos de extinción por hectárea quemada	Pérdidas por hectárea quemada
Castilla y León	1.292,87 €	1.274,03 €
La Rioja	917,67 €	237,57 €
Diferencia (gasto directo/ha)	375,20 €	1.036,46 €

### ANÁLISIS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS RESPECTO A LAS MEDIDAS DE DESBROCE Y GESTIÓN FORESTAL

El progresivo abandono rural de las últimas décadas ha causado la expansión de las áreas forestales sin gestionar, las cuales son responsables del incremento en la intercepción del agua y la evapotranspiración. Este crecimiento de la vegetación ha afectado a la dinámica hidrológica, y ha comportado una reducción de los recursos hídricos disponibles a escala de cuenca. Con el fin de determinar si los desbroces y la gestión forestal adaptativa pueden amortiguar esta reducción de agua azul, se analiza el impacto a escala de cuenca en el valle de Aisa (Aragón), las cuencas de los ríos Anyet (Cataluña) y Leza (La Rioja) (para más información [consultar el análisis correspondiente incluido en el entregable núm.21](#)):

#### Medidas adaptativas y disponibilidad de agua

Varios estudios relacionan las acciones de desbroce de matorral y/o claras con un incremento de los flujos de agua. Por ejemplo, el desbroce y limpieza de zonas arbustivas y pastos abandonados que representan el 15,7% de la superficie en la cuenca del Arnás, en Pirineo Central, puede reducir la evapotranspiración en un 7,1% y mejorar el caudal anual hasta un 24%

en función de la intensidad de las acciones aplicadas. Las medidas analizadas en Aisa (Aragón), Anyet (Cataluña) y Leza (La Rioja) constatan una mejora en el balance hídrico derivado de la gestión y en el marco de los diferentes escenarios de cambio climático (para más información [consultar la página 67](#)).

### Impactos derivados del aumento de recursos hídricos sobre la economía

En términos generales, el incremento de 1 hm<sup>3</sup> de recursos hídricos tiene un impacto de 3,5 millones €, de los que 275.424 € corresponden al impacto directo sobre el sector agrario, y 3.204.230 € al impacto indirecto sobre todos los sectores económicos gracias al efecto de arrastre de una mayor producción agraria. Concretamente, permitiría un incremento directo del 52% en los cultivos de verduras, frutas y frutos secos. Por lo que respecta al valor actual neto de los beneficios derivados del incremento en la disponibilidad de agua,

se observa cómo en la zona de Aisa (Aragón) oscila entre los 51,29 a 199,16 € por hectárea intervenida después de las actuaciones de desbroce y clara en los diferentes escenarios de cambio climático sobre los recursos hídricos exportados. En la cuenca del Anyet (Cataluña) y en el valle del Leza (La Rioja) los beneficios son más notables y se sitúan sobre los 7.000 y 4.500 €/ha intervenida de media en los diferentes escenarios considerados.

#### Valor Actual Neto de los beneficios derivados del incremento en la disponibilidad de agua

	Aísa (Aragón)	Anyet (Cataluña)	Leza (La Rioja)
<b>Sin cambio climático</b>	-37,87 €/ha	4.891,98 €/ha	7.529,08 €/ha
<b>Ssp 2.6</b>	51,29 €/ha	4.580,02 €/ha	7.673,00 €/ha
<b>Ssp 4.5</b>	39,28 €/ha	4.518,67 €/ha	6.732,61 €/ha
<b>Ssp 7.0</b>	146,04 €/ha	4.454,94 €/ha	6.824,58 €/ha
<b>Ssp 8.5</b>	199,16 €/ha	4.056,45 €/ha	6.861,89 €/ha

SSP Escenarios futuros sobre el desarrollo socioeconómico alternativo

En relación al coste del agua exportada derivada de las actuaciones de gestión agro-ganadera y forestal, se observan diferencias notables en función de la localización y de las acciones propuestas. En la cuenca fluvial del Leza (La Rioja) los costes de agua exportada son de 0,06 €/m<sup>3</sup> (0,07 €/m<sup>3</sup> con cambio climático), mientras que los del Anyet se encuentran entre 0,23 y 0,42 €/m<sup>3</sup> (0,24 - 0,50 €/m<sup>3</sup> con cambio climático). Un rango de valo-

res inferior al coste actual de la desalinización (0,6-1 €/m<sup>3</sup>) y del mismo orden que el coste del agua reutilizada (0,45 €/m<sup>3</sup>). En el Valle de Aísa, los gastos de provisión son mucho más elevados. Estos resultados ponen de relieve el potencial de las acciones aplicadas como una buena alternativa para reducir la presión sobre los recursos hídricos, y sugieren que bien diseñadas pueden convertirse en medidas coste-eficientes.

#### Coste del agua exportada derivada de las actuaciones de gestión

	Aísa (Aragón)	Anyet (Cataluña)	Leza (La Rioja)
<b>Sin cambio climático</b>	-	0,23 - 0,42 €/m <sup>3</sup>	0,06 €/m <sup>3</sup>
<b>Ssp 2.6</b>	22,09 - 41,29 €/m <sup>3</sup>	0,24 - 0,45 €/m <sup>3</sup>	0,06 €/m <sup>3</sup>
<b>Ssp 4.5</b>	28,85 - 53,92 €/m <sup>3</sup>	0,24 - 0,45 €/m <sup>3</sup>	0,07 €/m <sup>3</sup>
<b>Ssp 7.0</b>	7,76 - 14,50 €/m <sup>3</sup>	0,25 - 0,46 €/m <sup>3</sup>	0,07 €/m <sup>3</sup>
<b>Ssp 8.5</b>	5,69 - 10,63 €/m <sup>3</sup>	0,27 - 0,50 €/m <sup>3</sup>	0,07 €/m <sup>3</sup>

SSP Escenarios futuros sobre el desarrollo socioeconómico alternativo

Así pues, las medidas de adaptación ante al cambio climático como son los desbroces y la gestión forestal para la recuperación de los pastos y zonas boscosas generan efectos positivos a través de una mayor disponibilidad de agua, la cual revierte en una mayor producción agraria y una mayor actividad en los distintos sectores económicos.



## IV RECOMENDACIONES

Los desbroces de matorral y el posterior mantenimiento con ganadería extensiva contribuyen de forma positiva a establecer y mantener los paisajes en mosaico, mejorando la resiliencia ambiental y socioeconómica de los territorios. Así pues, el fomento de un paisaje en mosaico se convierte en una estrategia esencial en la adaptación de la media montaña al cambio climático.

A pesar de la poca rentabilidad económica, y la necesidad de ayuda constante de las políticas públicas, a continuación, se detallan algunas recomendaciones para fomentar el binomio desbroce de matorrales - ganadería extensiva:

### RECOMENDACIONES PARA EL DESBROCE DE MATORRALES



#### Plan de desbroce de matorrales

En territorios muy revegetados y sin medidas para crear espacios abiertos se recomienda seguir un plan de desbroce de matorrales basado en los criterios técnicos del Plan de Desbroce de La Rioja de 1986 o bien adaptarlo a las condiciones locales.



#### Garantizar la financiación

Se aconseja poder garantizar, a través de políticas públicas, la financiación suficiente y anual destinada al desbroce de matorrales.



#### Desbroce eficiente

Las acciones de desbroce deben servir para regenerar pastos herbáceos, disminuir y controlar incendios, y retrasar el rebrote de los matorrales. El uso de especies animales poco rentables económicamente (yeguas y burros) puede facilitar el desbroce en zonas poco accesibles.



#### Ganadería regenerativa

La ganadería regenerativa se basa en utilizar cargas ganaderas altas durante períodos de tiempo relativamente cortos combinados con largos períodos de reposo de los pastos para asegurar la productividad y calidad del suelo y el bienestar de los animales. Se recomienda el uso de este sistema para recuperar el potencial forrajero y retrasar la regeneración de matorrales.



#### Gestión ganadera para desbroces eficientes

Se aconseja adaptar la carga ganadera en función del potencial de los pastos y las condiciones climáticas; y combinar diferentes especies ganaderas. Por otra parte, para conseguir una gestión eficiente también es necesario dirigir los itinerarios ganaderos con pastores, bebederos o vallados. Además de generar nuevos itinerarios a través de la aplicación de cortas selectivas.

### RECOMENDACIONES PARA FAVORECER LA GANADERIA EXTENSIVA



#### Mejora de la rentabilidad económica de las explotaciones ganaderas

Se recomienda buscar estrategias para facilitar la venta del producto, principalmente la carne, con el precio incrementado para conseguir una mejora en la rentabilidad económica. Entre las posibles medidas destacan el fomento de los mataderos móviles, el impulso de una venta directa al consumidor, fomentar los productos locales y el turismo y la creación de una marca de calidad asociada a la ganadería extensiva.



#### Ayudas públicas y subvenciones

Para mejorar las ayudas públicas destinadas a complementar las rentas de los ganaderos se recomienda incorporar todas las prestaciones ambientales, paisajísticas y relacionadas con el cambio climático en la percepción de las ayudas de la Política Agraria Común (PAC), aplicar un PSA (Pago por Servicios Ambientales) y otorgar ayudas por los posibles daños ocasionados por especies protegidas. Además, se recomienda promover la modificación de los CSP (Coeficientes de Subvencionalidad de Pastos) de la Política Agraria Común, para incluir los pastos bajo arbolado como superficie subvencionable.



#### Mejoras en la gestión del ganado

Se aconseja potenciar los vallados perimetrales para asegurar la presencia del ganado en zonas desbrozadas, fomentar el uso de GPS para controlar el movimiento del ganado y acondicionar los bebederos y puntos de sal para facilitar las tareas a los ganaderos y mejorar la gestión del ganado.



## CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS

	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
Región	Aragón	La Rioja	La Rioja
Clima	Mediter. continental de influencia alpina	Mediter. continental de influencia atlántica	Mediterráneo húmedo
TMA	10°C	12°C	14°C
PA	1.000 mm	500 mm	600 mm
Altitud	932 msnm	1039 msnm	850 msnm
Suelo	Calcereo	Calcereo	Silíceo
Carga previa	No pastado	Pastos no intensos	Pastos no intensos
Estado	Suelos degradados y abandonados	Suelos degradados y abandonados	Suelos degradados y abandonados



TMA = Temperatura media anual; PA = Precipitación anual

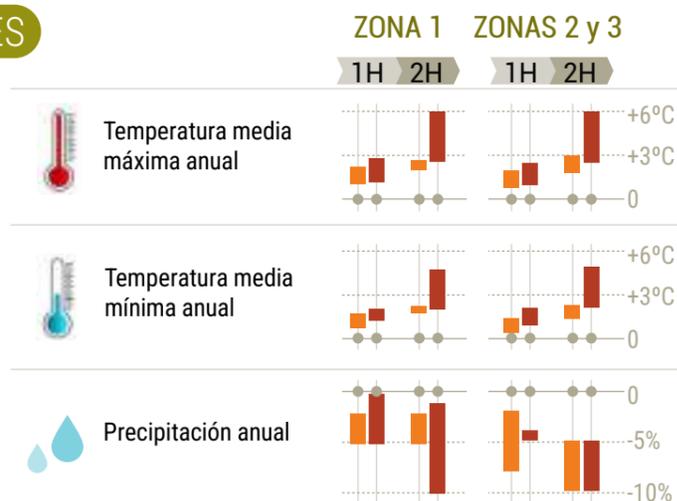
## PRESIONES Y VULNERABILIDADES

### Cambio climático

#### Leyenda

- Punto de partida (2020)
- Rango de previsiones para el escenario más moderado (RCP 4.5)
- Rango de previsiones para el escenario más pesimista (RCP 8.5)

- 1H Primer horizonte (2020-2050)
- 2H Segundo horizonte (2051-2100)



### Cambios en el territorio

- ▲ Sube el límite superior del boque
- ▲ Masa forestal más abundante
- ▲ Aumenta el riesgo de incendio
- ▼ Reducción de pastos
- ▼ Pérdida de biodiversidad en espacios abiertos
- ▼ Los ríos llevan menos agua
- ▲ Aumenta el riesgo de inundaciones

### Cambios socioeconómicos

- ▼ Los pastos pierden rentabilidad
- ▲ Aumenta el riesgo de despoblamiento

## IMPACTOS DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

#### Leyenda

- Control = Sin desbroces, ni ganadería
- Sin pastos = Con desbroces, sin ganadería
- Carga baja = Con desbroces, ganado 72h, 1 veces/año
- Carga moderada = Con desbroces, ganado 72h, 2 veces/año
- Carga alta = Con desbroces, ganado 72h, 3 veces/año



## RECOMENDACIONES



### Para desbrozar matorral

- ✓ Garantizar desbroces anualmente con financiación pública.
- ✓ Combinar el pastar con diferentes especies ganaderas.
- ✓ Usar ganadería regenerativa para recuperar el potencial forrajero y retrasar la regeneración de matorral.
- ✓ Adaptar los desbroces al potencial de los pastos y los itinerarios ganaderos.

### Para favorecer la ganadería extensiva

- ✓ Promover mataderos móviles, la venta directa y local, y crear marcas de calidad.
- ✓ Incorporar en las ayudas públicas el pago por servicios ambientales.
- ✓ Potenciar los vallados perimetrales, el uso de GPS, abrevaderos y puntos de sal para controlar el ganado.
- ✓ Incluir los pastos bajo arbolado como superficie subvencionable para la Política Agraria Común (PAC).



# GESTIÓN FORESTAL

Los bosques de la media montaña mediterránea son especialmente vulnerables al cambio climático.

Una gestión forestal adaptativa basada en el tratamiento selectivo del sotobosque y en la aplicación de claras pretende favorecer la discontinuidad del combustible con el objetivo de reducir el riesgo de incendio forestal, favorecer la generación de pastos y disminuir el estrés hídrico del bosque.

## I. METODOLOGÍA

Las pruebas piloto se han implementado en zonas boscosas representativas de la media montaña, como son un bosque de pino salgareño (*Pinus nigra*) y una chopera (*Populus nigra*) en la finca experimental La Garcipollera, en **Aragón**, y un encinar (*Quercus ilex*) en la finca de Requesens (Alt Empordà) en **Cataluña**.

Con el objetivo de evaluar la gestión forestal y ganadera como medidas de adaptación frente al cambio climático se han llevado a cabo los siguientes pasos:

### 1 Gestión forestal adaptativa

Antes de gestionar el bosque, es necesario conocer su estado inicial para, a continuación, poder diseñar las medidas de gestión forestal pertinentes.

Por lo tanto, es necesario llevar a cabo un **inventario forestal** inicial, basado en las siguientes variables:



- Estructura forestal: determina la densidad del bosque (número de árboles/ha) y diámetro y altura del arbolado
- Continuidad del combustible: evalúa el peligro de incendio y del fuego de copas
- Biovolumen del sotobosque: determina la cobertura de las especies de matorral
- Regeneración: analiza la capacidad de rebrotar
- Estado de salud: evalúa el estado de decaimiento forestal

Las acciones de gestión forestal aplicadas se basan, principalmente, en claras selectivas y desbrozado de matorrales, para reducir la densidad de árboles y promover estructuras maduras con árboles de mayor tamaño. De esta forma se pretende reducir la continuidad

de combustible y el riesgo de incendio, favorecer el desarrollo de pastos al llegar una mayor irradiación al suelo e impulsar una mejora en la gestión ganadera.

### Bosque de pino salgareño (*Pinus nigra*) La Garcipollera - Aragón



- Baja densidad (470 árboles/ha, clases diamétricas dominantes 20 y 30)
- Peligro bajo de incendio
- Área basimétrica media >24,2m<sup>2</sup>/ha

- Los tratamientos forestales se han aplicado principalmente en el sotobosque, comportando cambios en la cubierta y el biovolumen del sotobosque. No ha sido necesario actuar en el estrato arbóreo.

↓ -95% cobertura sotobosque  
-96% biovolumen sotobosque

↑ + producción y regeneración de los pastos

### Bosque de chopos (*Populus nigra*) La Garcipollera - Aragón



- Muy baja densidad (75 - 175 árboles/ha, clases diamétricas dominantes 25 y 40)
- Área basimétrica media 9,5m<sup>2</sup>/ha

- Los tratamientos forestales se han aplicado principalmente en el sotobosque, comportando cambios en la cubierta y el biovolumen del sotobosque. No ha sido necesario actuar en la estructura de los árboles

↓ -84% cubierta sotobosque  
-97% biovolumen sotobosque

↑ + producción y regeneración de los pastos

### Bosque de encinas (*Quercus ilex*) Requesens - Cataluña



- Muy denso e irregular (>1.700 árboles/ha, clases diamétricas dominantes 10 y 15)
- Peligro moderado de incendio
- Área basimétrica media >30m<sup>2</sup>/ha

- Densidad mediana (700 árboles/ha, clases diamétricas inferiores alternadas con grandes)
- Peligro moderado de incendio
- Área basimétrica media 13,8m<sup>2</sup>/ha

↓ -60% cubierta arbórea  
-62% área basimétrica  
-66% densidad arbórea  
-90% cobertura sotobosque  
-100% biovolumen sotobosque

↑ + apertura copas  
+ producción y regeneración de los pastos

## 2 Instalación de las parcelas de seguimiento

Tras la gestión forestal, se delimitan las parcelas de seguimiento. El área de estudio se divide en una zona donde se aplican las acciones de gestión forestal descritas y una zona de control, sin ningún tipo de actuación forestal ni ganadera, que permita comparar la evolución del espacio.

La zona gestionada se divide en dos áreas de diferente presión ganadera (activa y nula). En cada una de las zonas, se realizan tres réplicas (x3) consiguiendo un total de 9 subparcelas de seguimiento.

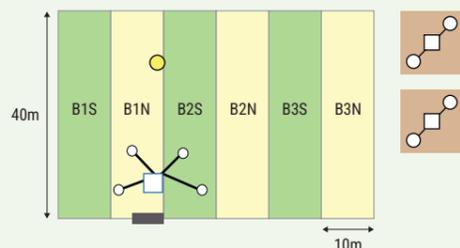


La superficie de las subparcelas se determina en función de la superficie disponible en cada área y zona de estudio, así como según las condiciones impuestas por la propiedad de la acción ganadera, realizada con vacas.



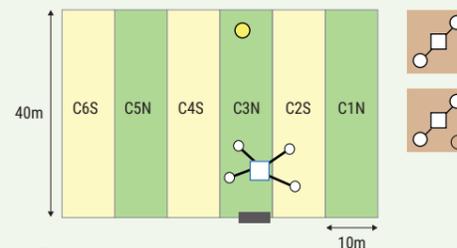
Diseño experimental de las parcelas de seguimiento y ubicación de la instrumentación de seguimiento de las variables ambientales:

**Bosque de Pinus nigra en Garcipollera (Aragón) 400 m<sup>2</sup>**



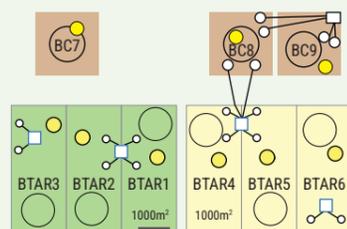
- 2 subparcelas control
- 3 subparcelas con gestión forestal
- 3 subparcelas con gestión forestal y ganadera

**Bosque de Populus nigra en Garcipollera (Aragón) 400 m<sup>2</sup>**



- 2 subparcelas control
- 3 subparcelas con gestión forestal
- 3 subparcelas con gestión forestal y ganadera

**Bosque de Quercus ilex en Requesens (Cataluña) 1000 m<sup>2</sup>**



- 3 subparcelas control
- 3 subparcelas con gestión forestal
- 3 subparcelas con gestión forestal y ganadera

Leyenda:



## 3 Protocolo y variables de seguimiento

Para poder evaluar los efectos de una gestión forestal adaptativa y de la gestión ganadera sobre la reducción de incendios forestales y la regeneración de pastos, se realiza el seguimiento de las siguientes variables ambientales (para más información [consultar el entregable núm.9](#)):

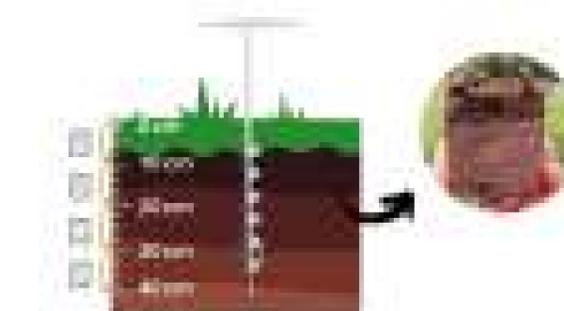


### A Propiedades del suelo

Se analizan las características del suelo (relación carbono / nitrógeno, materia orgánica, entre otros) al inicio del seguimiento, para conocer las condiciones iniciales del suelo, y al final de éste, para poder determinar los efectos de las actuaciones sobre el suelo. Por otra parte, se hace un seguimiento anual de las variables relacionadas con el almacenamiento del carbono como elemento clave para mitigar los efectos del cambio climático, así como un seguimiento continuado de la humedad del suelo como indicador de la disponibilidad de agua para la vegetación en los diferentes tratamientos.

### B Características forestales

Para poder demostrar y cuantificar cómo la gestión aplicada puede disminuir la vulnerabilidad de los bosques frente al cambio climático, se realiza un inventario forestal en las parcelas de seguimiento en condiciones iniciales, el cual analiza la estructura y el estado de salud del bosque y también la continuidad del combustible forestal. Se vuelve a repetir este análisis al final de los experimentos. El estado de salud del bosque, la continuidad y la humedad del combustible son también analizadas en distinto grado una vez al año.



### C Pastos

Se evalúa el efecto del pastoreo realizado con vacas sobre la producción y calidad de los pastos, a través del análisis de la riqueza y composición de especies vegetales, y también de la calidad nutritiva, la biomasa y el valor pastoral. Todos los muestreos se efectúan a finales de primavera antes de iniciar el pastoreo y coincidiendo con el crecimiento de la vegetación y los picos de floración propios de las montañas mediterráneas. De este modo se asegura la correcta identificación de las especies vegetales.



### E Condiciones meteorológicas locales

Se realiza un registro continuado de las condiciones meteorológicas a lo largo de la duración del proyecto para poder interpretar la evolución de las variables ambientales monitorizadas.



### D Respuesta hidrológica y erosión

Para evaluar el efecto de la gestión forestal y el pastoreo sobre la respuesta hidrológica y la erosión del suelo se realizan simulaciones de lluvia, que analizan cómo las acciones de gestión forestal adaptativa y la introducción de ganadería afectan al coeficiente de escorrentía y la profundidad de infiltración, y también a la erosión y los sedimentos.



## II. RESULTADOS

### RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO A ESCALA DE PAISAJE

A continuación, se muestran los efectos, a escala de paisaje, de la aplicación de gestión forestal como medida adaptativa ante el cambio climático en los estudios realizados en Aragón y en Cataluña para reducir el riesgo de incendios forestales y otras vulnerabilidades que presentan los bosques de la media montaña, espacios especialmente vulnerables debido a su sensibilidad climática y por su extensión territorial:



#### a Reducción de la vulnerabilidad de los bosques

- Reducción del riesgo de incendio y mejora del estado de salud de los bosques donde se realiza una gestión forestal completa, con desbroce del sotobosque y actuaciones en la cubierta arbórea.
- Mejor respuesta de los bosques de carácter mediterráneo a la gestión forestal adaptativa.

#### b Prácticas silvícolas adaptativas

- Aumento de la robustez frente a eventualidades climáticas a partir de la aplicación de una gestión adaptativa. Se han testado 3 prácticas silvícolas:
  - 1) Reducción de la densidad de pies
  - 2) Gestión del sotobosque
  - 3) Promoción de la heterogeneidad

### RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO A ESCALA DE PARCELA

Los efectos de una gestión forestal adaptativa y su posterior mantenimiento a través del uso de ganadería extensiva se muestran a continuación a escala más detallada. Las parcelas gestionadas corresponden a un bosque de *Pinus nigra* y uno de *Populus nigra* en Aragón mientras que en Cataluña corresponden a uno de *Quercus ilex*.





## Interpretación de los resultados

Los resultados obtenidos de los escenarios de gestión forestal y ganadera se muestran mediante las tablas de valores cualitativos.

Los valores miden la magnitud y la orientación del cambio. De esta forma se puede apreciar si una variable no cambia, aumenta o disminuye y la intensidad con la que lo hace. También se indican aquellos casos en los que no se dispone de datos.

Se debe recordar que los resultados mostrados indican una tendencia, pero no son concluyentes dado el corto período de estudio (3-4 años) así como los efectos de la variabilidad climática y las diferencias entre las zonas de estudio.



## EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO

La humedad del suelo tiende a incrementarse estacionalmente en aquellas parcelas con gestión forestal. Durante los meses de primavera y verano, este incremento se correlaciona positivamente con una mejora del crecimiento del arbolado y de su estado de salud. A su vez, el uso de ganadería en bosques gestionados favorece la retención de agua en el suelo, en gran parte por la presencia de una buena cubierta herbácea.

	Humedad	Relación carbono/nitrógeno	Carbono orgánico
<b>Pinus nigra</b>			
Control	▲▲▲▲	▲▲▲▲	▲
Gestión forestal	▲▲▲	▲▲▲	▽▽
Gestión forestal y ganadería	▲▲	▲▲	▲▲▲
<b>Populus nigra</b>			
Control	▲	▲▲▲▲	▽▽▽
Gestión forestal	▲▲	▲	▽
Gestión forestal y ganadería	▲▲	▲	▽▽
<b>Quercus ilex</b>			
Control	▲	✗	✗
Gestión forestal	▲▲	✗	✗
Gestión forestal y ganadería	▲▲▲▲	✗	✗

## EFFECTOS EN LA ESCORRENTÍA Y EROSIÓN

En las parcelas de *Pinus nigra* y *Populus nigra*, se observa una mayor producción de agua y sedimento cuando existe una gestión forestal y ganadería que cuando no hay ningún tipo de gestión o sólo forestal. Este efecto no se observa en las parcelas de *Quercus ilex*, en las que se interviene tanto el sotobosque como en la cubierta arbórea. Por otra parte, los procesos erosivos incrementan de forma relevante en las parcelas con *Quercus ilex*, en las zonas sin ganadería y sin establecimiento de pastos.

	Escorrentía	Erosión
<b>Pinus nigra</b>		
Control	▲	▲
Gestión forestal	=	=
Gestión forestal y ganadería	▲▲	▲▲
<b>Populus nigra</b>		
Control	▲	▲
Gestión forestal	=	=
Gestión forestal y ganadería	▲▲▲	▲
<b>Quercus ilex</b>		
Control	▲▲▲	▲▲▲
Gestión forestal	▲▲▲▲	▲▲▲▲
Gestión forestal y ganadería	▲▲	▲

## CARACTERÍSTICAS FORESTALES

Una gestión forestal completa donde se actúa tanto en el sotobosque como también en el estrato arbóreo comporta un incremento del contenido hídrico de la vegetación en periodos de elevado riesgo de incendio, reduciendo así la inflamabilidad y combustibilidad, tal y como se observa en la parcela de *Quercus ilex* en comparación con las de *Pinus nigra* y *Populus nigra* donde sólo se gestiona el sotobosque.

Lo mismo sucede con el estado de salud de los bosques, donde la gestión del estrato arbóreo comporta una menor pérdida de hojas y de coloración en comparación con aquellas parcelas en las que no se aplica.

En cuanto a la vulnerabilidad frente al fuego de copas, todas las parcelas gestionadas presentan una baja vulnerabilidad después de realizar los tratamientos. Sin embargo, a fin de reducir y mantener esta nueva estructura forestal, el papel de la ganadería es clave.

	Humedad vegetación	Riesgo fuego de copas	Defoliación/ Decoloración
<b><i>Pinus nigra</i></b>			
Control	▲▲	=	=
Gestión forestal	▲▲	=	=
Gestión forestal y ganadería	▲▲	=	=
<b><i>Populus nigra</i></b>			
Control	▲▲	=	=
Gestión forestal	▲▲	=	=
Gestión forestal y ganadería	▲▲	=	=
<b><i>Quercus ilex</i></b>			
Control	▲	=	▲▲
Gestión forestal	▲▲▲	=	▲
Gestión forestal y ganadería	▲▲▲▲	▽▽	▽

## PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE PASTOS

En todas las parcelas de estudio durante las primeras etapas de seguimiento, la gestión forestal es relevante para el establecimiento de pastos herbáceos bajo el arbolado ya que una buena gestión forestal permite incrementar la cobertura de herbáceas y disminuir la cobertura del suelo desnudo. Hay que tener en cuenta sin embargo los efectos de la sequía de estos últimos años (2022 - 2023) que condiciona de forma directa la recuperación de la cubierta herbácea.

	Suelo desnudo	Cubierta herbácea	Producción	Riqueza herbáceas	Calidad
<b><i>Pinus nigra</i></b>					
Control	▲	▲	▲	▲	▲▲
Gestión forestal	▲▲	▲▲	▲▲	▲	▲▲
Gestión forestal y ganadería	▲▲▲	▲▲	×	▲▲	×
<b><i>Populus nigra</i></b>					
Control	▲▲	▲	▲	▲	▲
Gestión forestal	▲	▲▲▲	▲	▲▲	▲
Gestión forestal y ganadería	▲▲▲	▲▲	×	▲▲	×
<b><i>Quercus ilex</i></b>					
Control	▲▲	▲	▲	▲	▲▲
Gestión forestal	▲	▲	▲▲	▲	▲
Gestión forestal y ganadería	▲▲	▲▲	×	▲	×

## CONDICIONES CLIMÁTICAS

La disminución de la pluviosidad y el incremento notable de las temperaturas en los últimos años tiene un efecto directo sobre la cubierta herbácea disminuyéndola drásticamente e incrementando el suelo desnudo. En consecuencia, la ganadería también se ve afectada ya que se restringe su entrada por falta de pastos herbáceos.

## EFFECTOS DE LA GESTIÓN FORESTAL Y GANADERA

La gestión ganadera a posteriori de las acciones forestales permite el mantenimiento de éstas evitando la revegetación de la parcela.

Sin embargo, aunque la ganadería ejerza un control sobre las especies leñosas frenando la expansión de matorral, en algunos casos, a pesar de la entrada del ganado, los matorrales vuelven a ganar cubierta debido a los rebrotes de los arbustos y árboles que suelen ser rechazados por el ganado, tal y como se ha observado en las parcelas experimentales de Cataluña.

### III. ANÁLISIS ECONÓMICO

#### ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA GESTIÓN FORESTAL ADAPTATIVA

Para que los distintos gestores del territorio puedan valorar las posibilidades de aplicar una gestión forestal adaptativa y así prevenir y reducir el riesgo de incendio en la media montaña frente al cambio climático, se analizan los gastos económicos que comporta su aplicación y también los diferentes factores que influyen en la variabilidad de su coste (para más información [consultar el estudio correspondiente incluido en el entregable núm. 21](#)):

La aplicación de una gestión forestal adaptativa puede tener un valor inicial aproximado de 1.140€/ha. considerando condiciones de carga de trabajo baja, aumentando hasta 2.200 €/ha por cargas medias, y hasta los 5.100 €/ha, considerando una actividad muy completa (desbroce, clara, poda, gestión de los restos vegetales y siembra), habilitando la zona para proporcionar pasto a los animales.

**Mantenimiento de un pasto ya existente**

Acciones de desbrozado, poda y clara en una zona boscosa con una carga de trabajo baja

1.141 €/ha

**Gestión forestal con carga de trabajo mediana**

Acciones de desbrozado, poda y clara en una zona boscosa con una carga de trabajo media

2.213 €/ha  
a  
5.100 €/ha

*Nota: Los precios mostrados no tienen en cuenta el IVA ni el coste de alquiler de la maquinaria ni su transporte. Datos extraídos de empresas públicas como TRAGSA (Transformación Agraria, SA), SARGA (Sociedad Aragonesa de Gestión Agroambiental, SLU) y Forestal Catalana SA, y de los gastos realizados en el proyecto LIFE MIDMACC por las acciones de desbroce y gestión forestal.*

#### CONDICIONANTES DE COSTES

El precio medio de las actividades forestales por hectárea tiene un coste similar al de las actividades de desbroce, rondando los 2.000 €/ha. Sin embargo, a la hora de aplicar las acciones de gestión forestal también se observa una variabilidad en el coste real que puede oscilar hasta los 5.000€/ha. Esta variación se debe a diversos aspectos que influyen en las horas de mano de obra y, en consecuencia, en el coste. A continuación se detallan estos aspectos:

##### Pendiente del terreno

Tal y como se indica en las acciones de desbroce, la inclinación del terreno es un factor relevante. A medida que aumenta la pendiente, más costoso es trabajar, hay mayor limitación para mecanizar el proceso y mayor es el tiempo de ejecución.

##### Presencia de obstáculos

Realizar una gestión forestal en un terreno pedregoso, con presencia de lianas, plantas trepadoras y otras especies que puedan dificultar las acciones, aumenta el tiempo de dedicación.

##### Diámetro de los árboles

Un diámetro normal muy elevado puede comportar un incremento de horas y esfuerzos dedicados a la corta: a mayor diámetro, mayor gasto.

<b>Diámetro</b>		
<b>Esfuerzo de corta</b>		
<b>Tiempo de dedicación</b>		
<b>Costes</b>		

##### Recubrimiento de matorral

La altura del estrato arbustivo y la superficie cubierta por el matorral condicionan los esfuerzos para realizar el trabajo. A mayor cobertura y altura del sotobosque, es necesaria más mano de obra, material y maquinaria.

##### Gestión de los restos vegetales

A menudo comporta unos costes elevados que pueden llegar a superar el coste de poda y clara. En otros casos, se puede compensar a través de la venta del producto.

##### Área basimétrica

El área basimétrica hace referencia a la masa forestal de un espacio y puede ser determinante en la hora de ejecutar las acciones forestales. A más área basimétrica, más horas y por lo tanto es necesaria una mayor inversión económica.

<b>Área basimétrica</b>		
<b>Tiempo de dedicación</b>		
<b>Costes</b>		

### Coste del transporte

El coste para poder realizar las acciones forestales dependen también de la ubicación y de la accesibilidad a la masa forestal. El tipo de transporte que pueda acceder al sitio de actuación y el tipo de carretera, si es asfaltada o de montaña, influyen directamente en los costes.

### Horas de dedicación

El tiempo de extracción de los restos vegetales resultantes de la poda y la clara, condiciona el coste. Una masa boscosa con un diámetro normal superior a 6 cm incrementa hasta 3 veces el número de horas dedicadas, tanto en la corta como en la extracción de los restos de corta.



**Anota...**



✓ Entre los condicionantes económicos que determinan la variación en los costes, destacan la pendiente, el diámetro de los árboles y la densidad del bosque.



✓ La mecanización de las acciones forestales reduce el tiempo y la mano de obra.

✓ La ganadería extensiva actúa como herramienta de mantenimiento de las acciones forestales reduciendo tanto los costes como el riesgo de incendio.



## IV. RECOMENDACIONES

Una gestión forestal adaptativa con un mantenimiento posterior a partir de la ganadería extensiva permite reducir la vulnerabilidad de los bosques al cambio climático. En consecuencia, la aplicación de este binomio consigue una mejora en la prevención y riesgo de incendios, la calidad del suelo, los recursos pastorales, la biodiversidad y los recursos hídricos. A la vez, también contribuye al desarrollo local y mejora la viabilidad de las explotaciones de la media montaña.

A continuación, se destacan algunas recomendaciones que pueden fomentar el uso del binomio gestión forestal - ganadería extensiva:

### RECOMENDACIONES PARA UNA GESTIÓN FORESTAL ADAPTATIVA



#### Diseño de las actuaciones

Para generar zonas de pasto en bosques se recomienda realizar un análisis previo de la estructura del bosque (recubrimiento arbóreo y arbustivo), las especies herbáceas presentes, características y pendiente del suelo, etc., que permita evaluar el potencial del bosque en el establecimiento de pastos.



#### Vitalidad y crecimiento del bosque

Se aconseja priorizar las acciones forestales en bosques altamente vulnerables a fin de mejorar su crecimiento y vitalidad.



#### Actuaciones en el sotobosque

Entre las acciones forestales, hay que tener en cuenta que aquellas que se centran en el sotobosque tienen un menor efecto sobre la vitalidad y el crecimiento del bosque que las que incluyen una reducción de la densidad arbórea. Sin embargo, una actuación centrada en el sotobosque tiene efectos claros en la reducción del riesgo del fuego de copas.



#### Actuaciones en la cubierta arbórea

En caso de clara intensa hay que tener en cuenta los procesos derivados como una mayor exposición solar o mayor riesgo de erosión.



### Morfología del terreno

Se desaconseja aplicar intervenciones de gestión forestal en terrenos de marcada pendiente ya que tienen un mayor riesgo de pérdida de suelo después del tratamiento, y esta pérdida puede empeorar por efecto del ganado.



### Gestión de los restos de poda y de corta

Se recomienda triturar los restos de poda y de corta puesto que favorecen la integración de los restos vegetales con el suelo y reduce de forma drástica su combustibilidad después del tratamiento. Además, contribuyen al desarrollo de los pastos. Sin embargo, debe considerarse que esta acción tiene un mayor coste económico.



### Gestión de la cubierta herbácea

Se aconseja la siembra de especies herbáceas propias de pastos donde sea difícil su aparición espontánea después de las actuaciones silvícolas ya que la cubierta tiene efectos protectores del suelo y facilita la gestión por parte de la ganadería. Se recomienda también proteger las siembras iniciales de los ungulados silvestres a través del uso de cercados o pastores eléctricos. Hay que tener en cuenta que ambas acciones, siembra y protección, tienen un coste añadido.



### Condiciones climáticas

Los efectos de la sequía condicionan la efectividad de las siembras iniciales y pueden comprometer la oportunidad de las prácticas de resiembra. También condicionan la frecuencia inicial prevista de entrada del ganado. Por lo tanto, se recomienda reajustar la carga ganadera a la disponibilidad de los pastos en función de las condiciones climáticas.

## RECOMENDACIONES PARA FAVORECER LA GANADERIA EXTENSIVA



### Ganadería regenerativa

La ganadería regenerativa se basa en utilizar cargas ganaderas altas durante periodos de tiempo relativamente cortos combinados con largos periodos de reposo de los pastos. Este pastoreo rotacional permite la recuperación de los pastos y evita la compactación del suelo. Sin embargo, la disponibilidad de pastores formados y de la infraestructura necesaria son piezas clave para realizar este tipo de gestión.



### Tipo de ganado

En ocasiones, se aconseja la combinación adecuada de diferentes tipos de ganado para frenar la expansión de matorrales, debido a los diferentes patrones de consumo que tiene cada especie.



### Bienestar animal

La presencia de pastos bajo arbolado en climas mediterráneos es clave para el bienestar animal durante los meses más cálidos ya que así encuentran zonas de sombra donde resguardarse.



### Mejora de la rentabilidad económica de las explotaciones ganaderas

Con el fin de conseguir una mejora en la rentabilidad económica de estas explotaciones ganaderas se aconseja fomentar una marca que permita identificar su contribución a la adaptación al cambio climático. Se necesitan también mataderos móviles que faciliten y abaraten los costes de comercialización y distribución de los productos ganaderos.



### Ayudas públicas y subvenciones

Se recomienda promover la modificación de los CSP (Coeficientes de Subvención de Pastos) de la Política Agraria Común, para incluir los pastos bajo arbolado como superficie subvencionable. También se recomienda estudiar la aplicación de los PSA (Pago por Servicios Ambientales).



### Formaciones específicas

Con el fin de mejorar la gestión ganadera, se recomienda que tanto ganaderos como propietarios reciban una formación sobre ganadería extensiva regenerativa y/o rotacional, así como sobre técnicas silvo-pastorales.

## CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS



	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
Región	Aragón	Aragón	Cataluña
Clima	Mediter. continental de influencia alpina	Mediter. continental de influencia alpina	Mediter. costero
TMA	10°C	10°C	12,5°C
PA	1.000 mm	1.000 mm	840 mm
Altitud	932 m s.n.m.	932 m s.n.m.	500 m s.n.m.
Tipo de bosque	<i>Pinus nigra</i>	<i>Populus nigra</i>	<i>Quercus ilex</i>
Densidad	Baja	Muy baja	Muy densa e irregular
Riesgo fuego en copas	Bajo	Bajo	Moderado
Reducción de densidad	No corresponde	No corresponde	700 arb./ha

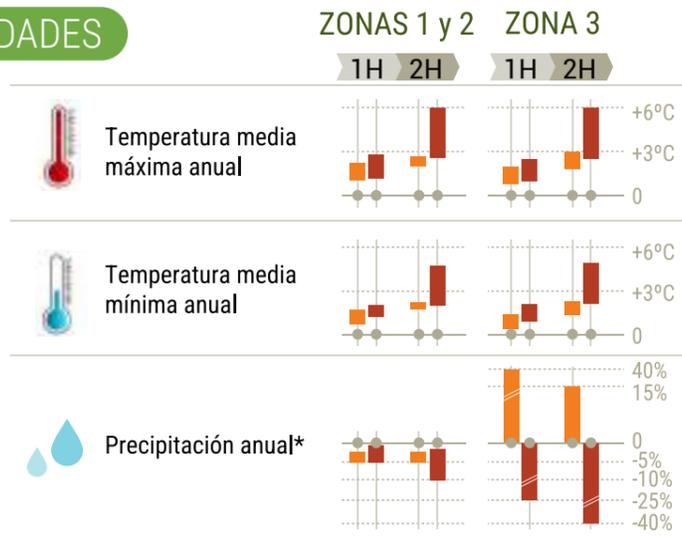
TMA = Temperatura media anual; PA = Precipitación anual

## PRESIONES Y VULNERABILIDADES

### Cambio climático

#### Leyenda

- Punto de partida (2020)
- Rango de previsiones para el escenario más moderado (RCP 4.5)
- Rango de previsiones para el escenario más pesimista (RCP 8.5)
- 1H Primer horizonte (2020-2050)
- 2H Segundo horizonte (2051-2100)
- ▨ Salto en el rango



\*La gran variabilidad pluviométrica se debe a la incertidumbre en las proyecciones para la primera mitad del siglo. Sin embargo, las proyecciones en los meses de verano indican reducciones de la precipitación estadísticamente significativas.

### Cambios en el territorio

- ▲ Sube el límite superior del bosque
- ▲ Masa forestal más abundante
- ▲ Aumenta el riesgo de incendio
- ▼ Reducción de los pastos
- ▼ Pérdida de biodiversidad en espacios abiertos
- ▼ Los ríos llevan menos agua
- ▲ Aumenta el riesgo de inundaciones

### Cambios socioeconómicos

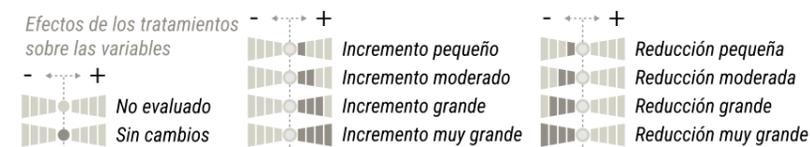
- ▼ Los pastos pierden rentabilidad
- ▲ Aumenta el riesgo de despoblamiento

## IMPACTOS DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

#### Leyenda

Control = Sin gestión forestal, ni ganadería  
 Gestión forestal = Con gestión forestal, sin ganadería  
 Gestión forestal y ganadería = Gestión forestal, ganado 72h, 2 veces/año

- 😊 Situación favorable para la adaptación de la media montaña al cambio global
- 😞 Situación desfavorable para la adaptación de la media montaña al cambio global



### Propiedades del suelo

### Riesgo de incendio

### Producción y calidad de los pastos

#### ZONA 1 *Pinus nigra*

Control  
 Gestión forestal  
 Gestión y pastos

#### ZONA 2 *Populus nigra*

Control  
 Gestión forestal  
 Gestión y pastos

#### ZONA 3 *Quercus ilex*

Control  
 Gestión forestal  
 Gestión y pastos

C/N = Proporción carbono / nitrógeno; C org. = Carbono orgánico; Hum. veg. = Humedad de la vegetación; Ries fue cop. = Riesgo de fuego de copas; S. des. = Suelo desnudo; Rec. herb. = Recubrimiento de especies herbáceas; Prod. = Productividad de los pastos.

## RECOMENDACIONES



### Para una gestión forestal adaptativa

- ✓ Priorizar los bosques altamente vulnerables
- ✓ No priorizar lugares con fuerte pendiente y riesgo alto de erosión
- ✓ Triturar los restos de poda y corta valorando el gasto económico
- ✓ Si es necesario, sembrar herbáceas para pastos y realizar vallados iniciales

### Para favorecer la ganadería extensiva

- ✓ Promover mataderos móviles, la venta directa y local, y crear marcas de calidad
- ✓ Combinar diferentes tipos de ganado para limitar el matorral
- ✓ Incluir los pastos bajo arbolado con superficie subvencionable por la Política Agraria Común (PAC)
- ✓ Hacer un pastoreo rotacional para garantizar la regeneración de los pastos
- ✓ Recibir formación sobre ganadería extensiva rotacional y técnicas silvo-pastorales



# OPTIMIZACIÓN Y/O INTRODUCCIÓN DEL VIÑEDO

La última de las medidas de gestión del paisaje consiste en el fomento del viñedo en la agricultura de montaña. A través de la conversión de matorrales en viñedos y de la adaptación de las prácticas agrícolas al cambio climático, quiere conseguirse una mejora ambiental y socioeconómica de la agricultura en zonas de media montaña.

## I. METODOLOGÍA

Se implementan cinco pruebas piloto en un gradiente que cubre diferentes condiciones medioambientales y prácticas agronómicas para determinar cuáles son los factores más importantes para la adaptación de este cultivo en la media montaña. En **Cataluña**, las pruebas piloto se desarrollan en viñedos del Celler Cooperativo de Espolla, la Finca de Mas Marès de Espelt Viticultors (Roses) y Llivins (Llívia) y en **La Rioja** en las bodegas Dinastía Vivanco (Tudelilla) y Monte Laturce (Clavijo).

El objetivo es, por un lado, mejorar la adaptación de la media montaña al cambio climático y por el otro, determinar cuáles son las prácticas que mejor contribuyen al cultivo del viñedo en estas zonas y qué limitaciones pueden presentar.

Además de los gradientes climáticos y de las diferentes características del suelo, se contemplan a lo largo de los 5 pilotos los siguientes gradientes:

- a) Altitud sobre el nivel del mar: entre 100 m s.n.m. - 1.200 m s.n.m.
- b) Edad de los viñedos de 1 a más de 50 años.
- c) Pendiente de la parcela: terrenos en pendiente o terrenos en terraza.
- d) Uso de las cubiertas vegetales: desde una gestión totalmente convencional con labrado continuo y uso de herbicidas hasta cubiertas permanentes gestionadas y bien implantadas.
- e) Formación en vaso o en espaldera.

### 1 Transformación de antiguos cultivos y pastos en viñedo: Llívia

La migración del viñedo a gran altitud (1.200 m s.n.m.) presenta una serie de retos. En este caso un cambio de uso del suelo de pastos a viña (2012), y de cultivos a viña (2020),

creando un nuevo viñedo en espaldera con cubierta vegetal permanente gestionada, sin pendiente y con bajas temperaturas.



### 2 Implantación de la cubierta vegetal en viñedos viejos: Espolla

Este caso de estudio tiene el objetivo de ver el efecto de la implantación de una cubierta vegetal permanente, respecto a la gestión convencional del suelo con labrado frecuente y uso de herbicidas. Se comparan tres parcelas adyacentes entre 100 y 120 m s.n.m., con una pen-

diente muy leve y formación en vaso de más de 50 años de edad: una parcela de gestión convencional a largo plazo, una con cubierta bien instalada (2016) y una con cubierta recién implantada (2019).



### 3 Morfología del terreno y sistema de formación del viñedo: Roses

A pesar de estar a poca altitud, la inclinación del terreno es una dificultad añadida al cultivo de la viña, que se puede hacer en pendiente o en terrazas, como se hacía tradicionalmente para prevenir la erosión y facilitar el manejo. El sistema más tradicional de formación de los viñedos en vaso o más moderno, en espaldera, tiene implicaciones en la eficiencia en el uso del agua de

los viñedos, el crecimiento, el rendimiento y en la calidad de la uva obtenida. Ambas variables tienen implicaciones en los costes de establecimiento y manejo de la parcela. En la finca de Mas Marès (Roses) a 150-170 m s.n.m. todas las parcelas tienen cubierta vegetal temporal y cepas plantadas en 2002, reconstruyendo terrazas antiguas.



#### 4 Morfología del terreno, altitud y cubiertas vegetales: Clavijo

Esta parcela combina la altitud (600-900 m s.n.m.) con la inclinación del terreno, en terraza o en pendiente, con cubierta total o parcial y también compara con el matorral adyacente en terraza o en pendiente para ilustrar el cambio de uso del suelo.



#### 5 Implantación de cubierta vegetal en viñedos de diferente edad: Tudelilla

Esta zona combina la altitud (600-900 m s.n.m.) con un gradiente de edades de la viña, plantadas en el año 2000, 2012 y 2020, aportando una perspectiva de serie temporal. También se acompaña de una parcela de matorral adyacente.



#### 6 Protocolo y variables de seguimiento

Para poder conocer la vulnerabilidad del viñedo en zonas de media montaña a los impactos del cambio climático y poder valorar la adaptación de las prácticas agrícolas y sus efectos en el entorno y en la producción y calidad del vino, se ha efectuado el seguimiento de las siguientes variables ambientales (para más información [consultar el entregable núm. 10](#)):

#### Propiedades del suelo

Se evalúan los efectos de la plantación de viñedos y la implementación de diferentes prácticas agronómicas a lo largo del tiempo (edad) y el espacio (ubicación y altitud) en las propiedades físico-químicas del suelo (10-20 cm profundidad): textura, pH, materia orgánica, nutrientes. También se hace un seguimiento continuado del contenido de agua en el suelo, que es de altísima importancia para la adaptación al cambio climático.

#### Respuesta hidrológica y erosión

Con experimentos de simulación de lluvia se estudia la respuesta hidrológica de la implantación del viñedo y de las diferentes prácticas adaptativas en la erosión, la escorrentía y la infiltración del agua de lluvia en los viñedos y en la vegetación adyacente. La pérdida de suelo es un grave problema estructural, pero también comporta pérdida de nutrientes y materia orgánica que empobrecen los suelos e incrementan los costes de manejo.

#### Producción y calidad de la uva

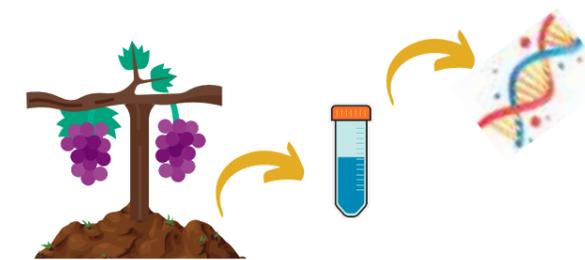
Para determinar la viabilidad del establecimiento de viñedo en la media montaña como medida de adaptación al cambio climático, se analiza anualmente: la producción (kg uva/ha) y la calidad de la uva en cosecha (acidez, pH, color y grado alcohólico).

#### Condiciones ambientales

El registro de las condiciones meteorológicas es clave para entender la evolución de las variables estudiadas a lo largo de la duración del proyecto. Por eso se hace un seguimiento continuado a través de sensores de temperatura y humedad y también de estaciones meteorológicas cercanas a las zonas de estudio.

#### Biodiversidad microbiana del suelo

La abundancia y diversidad de los microorganismos del suelo contribuye a unos suelos más saludables, sostenibles y resilientes. Con estudios de diversidad genética y su relación con las propiedades fisicoquímicas del suelo, se analiza como el cultivo del viñedo y el uso de diferentes prácticas agronómicas a lo largo del tiempo afectan a la salud del suelo. Y se establecen indicadores de adaptación en las distintas condiciones.

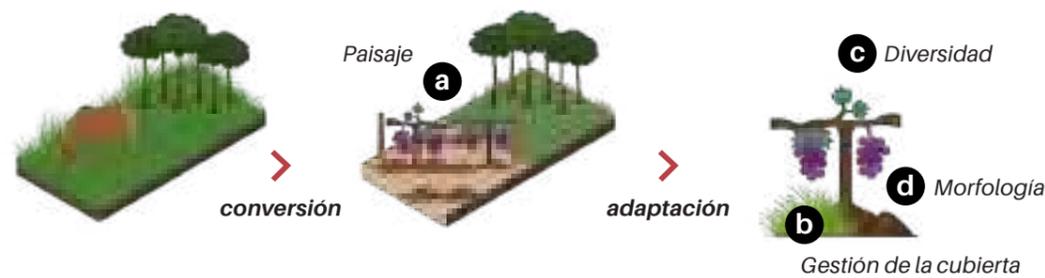


## II. RESULTADOS

### RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO A ESCALA DE PAISAJE

El sector vitivinícola es uno de los sectores agrícolas más conscientes del cambio climático. Su implicación hace que se busquen diferentes alternativas en las prácticas agrícolas habituales como medida sostenible y de adaptación. La viticultura en zonas de montaña, buscando temperaturas más frescas, es ya una práctica adaptativa, junto con el cambio de variedades.

A continuación se muestran los efectos, a escala de paisaje, de la implantación de viñedos y la implementación de diferentes prácticas en las zonas de estudio de **Cataluña** y **La Rioja**:



#### a Paisaje en mosaico

- Se convierten en un elemento generador de mosaico
- Rompen la continuidad del bosque
- Aportan biodiversidad
- Incremento de la presión de fauna cinegética

#### b Gestión de las cubiertas vegetales

- Prevención de la erosión
- Mejora la infiltración de agua
- Influencia negativa sobre el crecimiento vegetativo y rendimiento del cultivo a corto plazo

#### c Diversidad microbiana del suelo

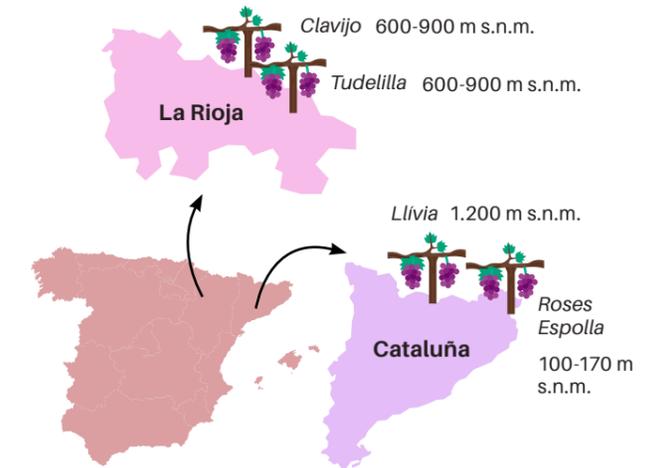
- La diversidad microbiana del suelo viene condicionada por la presencia del cultivo, la formación en vaso o en espaldera, la edad de los viñedos y la inclinación del terreno

#### d Morfología e inclinación del terreno

- No existen diferencias productivas entre un terreno en terraza o en pendiente
- La reconstrucción de terrazas es más económica que la implementación desde el inicio. La construcción partiendo de cero también altera las propiedades físico-químicas del suelo y la diversidad microbiana
- Terrenos con menor inclinación o en terraza presentan mayor diversidad microbiana que terrenos con mayor pendiente, posiblemente debido a una pérdida de arcillas y carbono orgánico y nitrógeno a causa de los procesos de erosión del suelo

### RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO A ESCALA DE PARCELA

Las medidas de adaptación analizadas pretenden mejorar las condiciones ambientales restrictivas para la agricultura en la media montaña mediterránea. A continuación se muestran los efectos de su aplicación en las parcelas experimentales distribuidas siguiendo una gradiente altitudinal, para evaluar la adaptación de la viña a la media montaña:



### EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO

#### Parcelas costeras (de 100 a 170 m s.n.m.):

La implementación de una cubierta vegetal comporta un incremento a corto plazo de la materia orgánica y de los micronutrientes en el suelo. La excepción son las parcelas en terraza y vid en vaso, donde los niveles se ven reducidos.

#### Parcelas en altitud (de 600 a 1.200 m s.n.m.):

Los viñedos adultos en terraza muestran niveles de carbono orgánico y nitrógeno superiores a los de los viñedos en pendiente. La inclinación del terreno podría estar correlacionada con la pérdida de nutrientes, dado que, a mayor pendiente, hay una mayor erosión, produciendo una pérdida de arcillas, carbono orgánico y nitrógeno.

Por otra parte, la implementación de viñedo en antiguos pastos comporta que los niveles de materia orgánica y micronutrientes se encuentren más reducidos en comparación con viñedos ya establecidos debido a la adaptación al nuevo terreno.

### BIODIVERSIDAD MICROBIANA

#### Parcelas costeras (de 100 a 170 m s.n.m.):

La diversidad microbiana del suelo es superior en viñedo con cubierta vegetal que en viñedo con una gestión tradicional del suelo. Las cubiertas vegetales recientes tienden a presentar una mayor biodiversidad en comparación con las cubiertas más establecidas. La morfología del terreno y de la viña también condiciona la diversidad microbiana del suelo, por lo que la alfa diversidad\* es ligeramente menor en viñedos en terraza y en vaso.

Por otra parte, en las parcelas sin viñedo y dominadas por matorral, se observa una menor alfa diversidad microbiana en comparación con las parcelas con viñedo.

\* La diversidad alfa es la diversidad de especies a escala local

- **Parcelas en altitud (de 600 a 1.200 m s.n.m.):**

Los terrenos en ladera presentan una menor alfa-diversidad microbiana y menor abundancia de hongos y de bacterias arqueas amonio-oxidantes en comparación con las parcelas en terraza, debido a la inclinación del terreno. A mayor inclinación, menor diversidad. Por otra parte, en viñedos implementados en antiguos pastos, la abundancia de microorganismos en el suelo parece presentar niveles superiores en comparación con los pastos precedentes.

#### PROPIEDADES HIDROLÓGICAS DEL SUELO

- **Parcelas costeras (de 100 a 170 m s.n.m.):**

La eliminación de la cubierta vegetal en el suelo del viñedo comporta una disminución de la infiltración y una menor retención de agua en comparación con aquellas parcelas donde la cubierta herbácea está establecida. Por otra parte, los viñedos en pendiente o en terraza no presentan un patrón claro respecto a la retención de agua en el suelo ni su dinámica, mientras que sí presentan diferencias en las tasas de erosión y escorrentía, posiblemente debido a un buen uso de las cubiertas vegetales.

- **Parcelas en altitud (de 600 a 1.200 m s.n.m.):**

La erosión y la escorrentía son más marcadas en aquellos terrenos en pendiente, comportando una pérdida significativa de arcillas, materia orgánica, nitrógeno y también una reducción de la diversidad y abundancia microbiana. Así pues, una mayor inclinación del terreno tiene un mayor impacto negativo sobre las características del suelo y la biodiversidad microbiana.

En parcelas de viñedo ubicadas en pendiente hay una mayor respuesta hidrológica, limitada en cualquier caso. Es más acusada en viñedos viejos (20 años) y de mediana edad (7 años), y siempre en condiciones húmedas del suelo.

#### PRODUCCIÓN DE LOS VIÑEDOS

- **Parcelas costeras (de 100 a 170 m s.n.m.):**

El rendimiento del viñedo tiende a incrementarse en presencia de una cubierta vegetal establecida, la cual permite una mayor retención del agua en el suelo. El rendimiento y la productividad del viñedo tienden a incrementarse en presencia de una cubierta vegetal establecida, la cual permite una mayor retención del agua en el suelo. También el tipo de formación de vid influye en el rendimiento y la productividad, incrementándose en las formaciones en espaldera

- **Parcelas en altitud (de 600 a 1.200 m s.n.m.):**

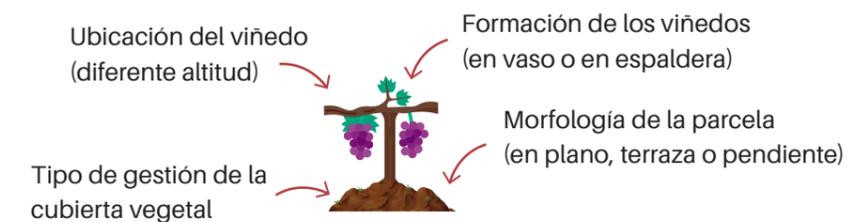
En caso de los viñedos jóvenes, se observa una tendencia al incremento de la producción a lo largo de los años, de acuerdo con la edad de la plantación y debido a las condiciones del clima y al tipo de suelos de las zonas de montaña.

## III. ANÁLISIS ECONÓMICO

### ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS ADAPTATIVAS EN VIÑEDO

Con el objetivo de ofrecer una guía a los diferentes actores interesados en la aplicación de prácticas agrícolas adaptativas para el cultivo de viñedo, a continuación se analizan los costes que comporta su implementación y se destacan sus puntos fuertes y débiles de cada tipo de práctica (*para más información consultar el estudio correspondiente incluido en el entregable núm.21*):

El viñedo de montaña presenta características diferentes respecto al de zonas más llanas donde es mayoritario. Estas características implican que el viñedo de montaña tenga unos costes elevados, y sea necesario un entorno y servicios que sostengan el cultivo. Por eso, se realiza una comparativa entre las diferentes prácticas adaptativas y las características territoriales (ubicación y condiciones climáticas y del suelo).



#### Gestión de la cubierta vegetal del viñedo

La eliminación de la cubierta vegetal en parcelas de gestión convencional, comporta unos costes más elevados (>590 €/ha) en comparación con aquellas que tienen cubierta vegetal. Por otra parte, la gestión del viñedo con cubierta vegetal establecida o de reciente implantación no presentan diferencias en los costes totales. En cuanto

a la producción de uva (kg/ha), la gestión convencional obtiene una producción media muy superior a la gestión con cubiertas. Sin embargo, se observa una tendencia al aumento en aquellas parcelas con cubierta vegetal (16%), incremento de su calidad, destinando la uva a vinos de alta gama.



### Sistema de formación del viñedo: en vaso o en espaldera

La implementación de una hectárea de viñedo en espaldera incrementa en un 40% los costes totales en comparación con un viñedo en vaso. Estos costes corresponden principalmente al material y a la mano de obra para la instalación del sistema en espaldera. Sin embargo, cuando se tiene en cuenta la amortización de las instalaciones en el tiempo,

no se observan diferencias significativas en el coste anual entre ambos sistemas. Con relación a los costes de mantenimiento y vendimia, la viña en vaso requiere más horas y, por tanto, comporta un mayor gasto que el sistema de espaldera.

	viñedo en vaso	viñedo en espaldera
Implementación viñedo	8.081 €/ha	13.640 €/ha
Mantenimiento y acciones anuales	3.746 €/ha	3.294 €/ha
Amortización anual instalación (a 25 años de vida)	✗	223 €/ha
Coste anual producción	4.070 €/ha	3.841 €/ha

### Morfología del terreno: en terraza o pendiente

Los viñedos ubicados en pendiente o en terrazas estrechas conllevan un incremento de costes debido al aumento de las tareas manuales o la necesidad de maquinaria específica dada la morfología del terreno. Por ejemplo, en terrazas estrechas, los costes de vendimia manual representan el 39% de los

costes totales de gestión del viñedo, mientras que en el caso de una pendiente mecanizable, sólo representan el 7%. En cambio, en aquellos viñedos con poca inclinación donde la maquinaria puede acceder fácilmente, se observa una disminución de los costes.

		
Inclinación terreno	↓	↑
Cosecha		
Costes		

### Altitud del viñedo

Los viñedos ubicados en zonas de montaña con una cierta altitud están expuestos a fauna salvaje y condiciones meteorológicas como granizadas o heladas que pueden afectar al viñedo y comportar una pérdida económica. La necesidad de utilizar material específico para protegerse ante la fauna (cercados) y de las inclemencias meteorológicas (mallas o sistemas antipiedra) comporta un incremento adicional de los costes totales.

### Dificultades de los viñedos de alta montaña

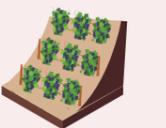
Aquellos viñedos que se encuentran fuera de una denominación de origen (D.O.) no disponen de una red de servicios adaptados al cultivo de la viña y por lo tanto, ven incrementados sus costes. La cooperación entre los agricultores y la formación de personal específico pueden contribuir a reducir los costes derivados de esta situación y promover la fijación de población en la media montaña.



Anota...



- ✓ Una gestión convencional del suelo comporta un incremento de los costes
- ✓ El sistema en espaldera o en vaso del viñedo no presenta diferencias económicas relevantes
- ✓ La inclinación del terreno y la altitud del viñedo conllevan un incremento de los costes debido a la necesidad de uso de maquinaria y material específico
- ✓ La cooperación entre agricultores contribuye a reducir los costes, mientras que la creación de una marca compartida de vinos de montaña facilita un incremento de los ingresos





## CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS

	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5
Región	Cataluña	Cataluña	La Rioja	La Rioja	Cataluña
Situación	Costera	Costera	En altitud	En altitud	En altitud
Clima	Mediterráneo	Mediterráneo	Mediterráneo continental	Mediterráneo continental	Mediterráneo con influencia alpina
TMA	16°C	16°C	10°C	15°C	9°C
PA	546 mm	621 mm	843 mm	400 mm	579 mm
Altitud	100-120 m s.n.m.	150-170 m s.n.m.	600-900 m s.n.m.	600-900 m s.n.m.	1.200 m s.n.m.
Metodología	Implantación de cubierta vegetal	Morfología del terreno y sistema de formación del viñedo	Morfología del terreno, altitud y cubiertas vegetales	Implantación de cubierta vegetal en viñedos de diferentes edades	Transformación de antiguos cultivos y pastos en viñedos

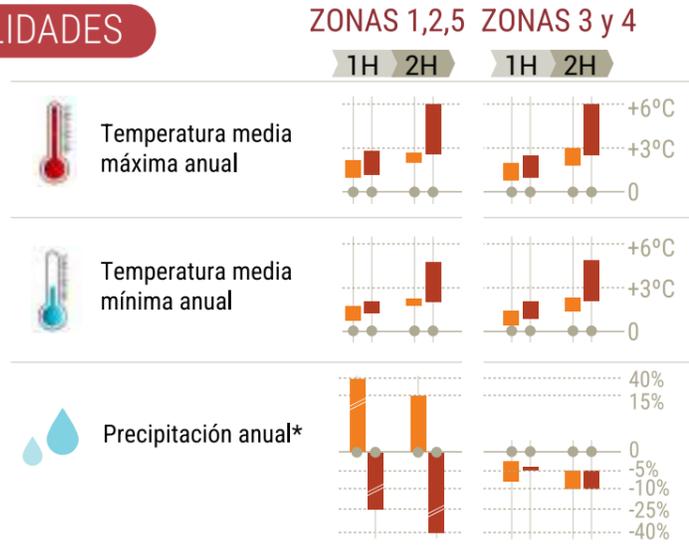
TMA = Temperatura media anual; PA = Precipitación anual

## PRESIONES Y VULNERABILIDADES

### Cambio climático

#### Leyenda

- Punto de partida (2020)
- Rango de previsiones para el escenario más moderado (RCP 4.5)
- Rango de previsiones para el escenario más pesimista (RCP 8.5)
- 1H Primer horizonte (2020-2050)
- 2H Segundo horizonte (2051-2100)



\*La gran variabilidad pluviométrica se debe a la incertidumbre en las proyecciones para la primera mitad del siglo. Sin embargo, las proyecciones en los meses de verano indican reducciones de la precipitación estadísticamente significativas.

### Cambios en el territorio

- ▲ El bosque se expande
- ▼ Los ríos llevan menos agua
- ▲ Crece mucho la masa forestal
- ▲ Aumenta el riesgo de inundaciones
- ▲ Aumenta el riesgo de incendios
- ▲ Aumenta el acceso de la fauna a los cultivos

### Cambios socioeconómicos

- ▲ Más incertidumbre en la productividad de las cosechas
- ▲ Más incertidumbre en la calidad de las cosechas
- ▲ Aumenta el riesgo de despoblamiento

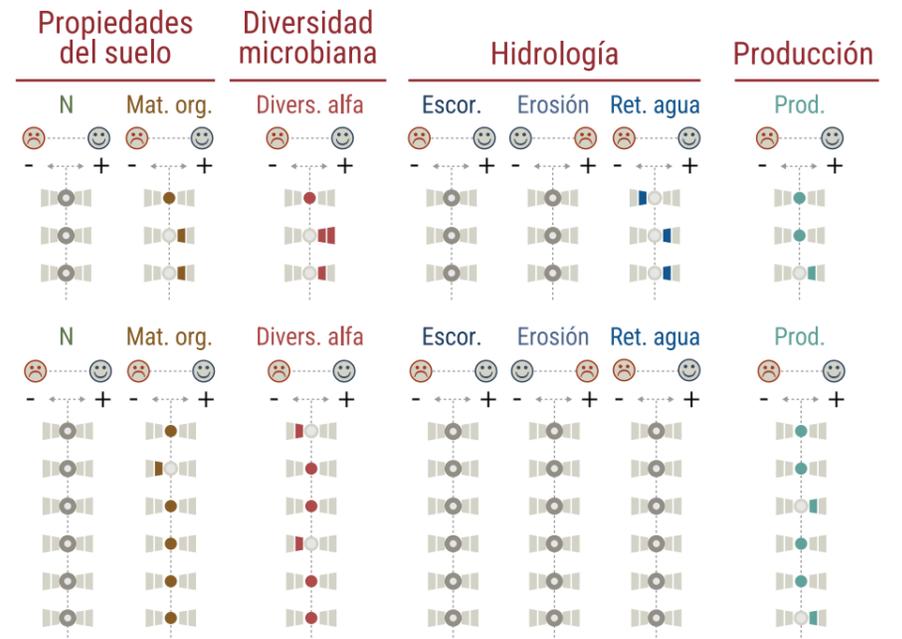
## IMPACTOS DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

#### Leyenda

- 😊 Situación favorable para la adaptación de la media montaña al cambio global
- ☹️ Situación desfavorable para la adaptación de la media montaña al cambio global
- ➡️ Efectos de los tratamientos sobre las variables
- ➡️ No evaluado
- ➡️ Sin cambios
- ➡️ En curso/proceso
- ➡️ Incremento menor
- ➡️ Incremento mayor
- ➡️ Reducción menor
- ➡️ Reducción mayor

### VIÑEDOS COSTEROS

Implantación de la cubierta vegetal  
Sin vegetación (*gestión tradicional*)  
Cob. Veg. Reciente (2019)  
Cob. Veg. Establecida (2016)



### Morfología del terreno y sistema de formación del viñedo

Terraza/Control (Sin viñedo)  
Terraza/Viña en vaso  
Terraza/Viña en espaldera  
En pendiente/Control (Sin viñedo)  
En pendiente/Viñedo en vaso  
En pendiente/Viñedo en espaldera

### VIÑEDOS EN ALTITUD

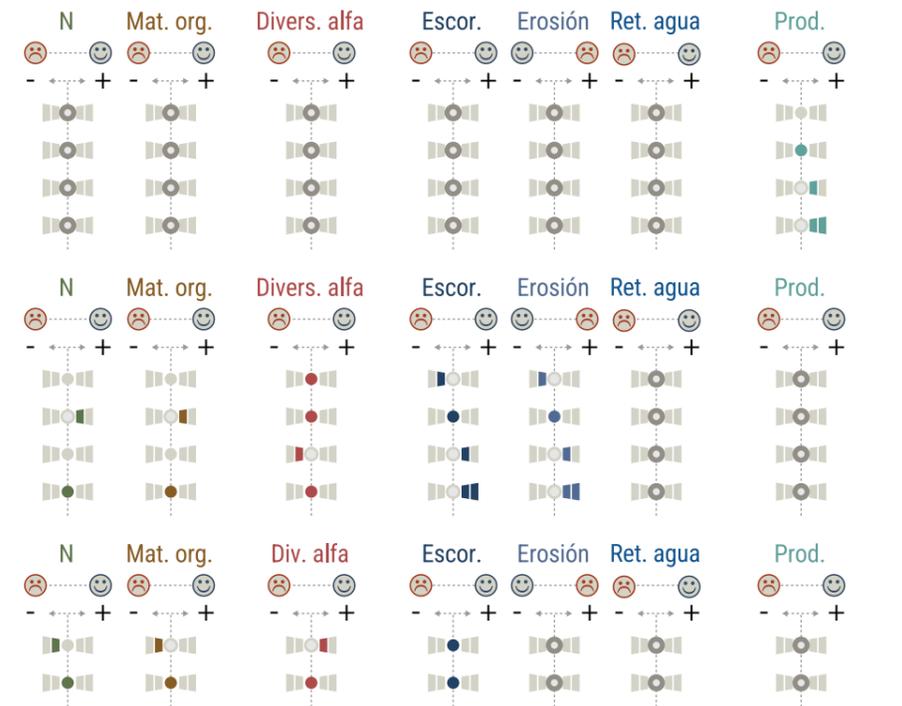
Implantación de la cubierta vegetal en viñedos de diferentes edades  
Control (Sin vid)  
Viñedo joven (2020)  
Viñedo de mediana edad (2012)  
Viñedo viejo (2000)

### Morfología del terreno, altitud y cubiertas vegetales

Terraza/Control (Sin viñedo)  
Terraza/Viñedo  
En pendiente/Control (Sin viñedo)  
En pendiente/Viñedo

### Transformación de pastos y cultivos a viñedos

Antiguos pastos (2012)  
Antiguos cultivos (2020)



Divers. alfa = Diversidad alfa; Escor. = Escorrentía; Mat. org. = Materia orgánica; N = Nitrógeno; Prod. = Productividad; Ret. agua = Retención de agua.

# Análisis a escala de cuenca fluvial

# 03



Las zonas de montaña juegan un papel clave en la producción y el suministro de agua. La disminución de las precipitaciones y el incremento de la temperatura a causa del cambio climático, y el aumento de masa forestal debido a los cambios en los usos del suelo, conllevan que la media montaña mediterránea deba enfrentarse a un estrés hídrico con el consecuente descenso de los caudales y la reducción de la disponibilidad de agua.

Para prever la evolución de los recursos hídricos y de las masas forestales, y conocer los efectos de la gestión del territorio en los diferentes escenarios de cambio climático, se ha realizado un escalado de los resultados obtenidos en las pruebas piloto en las cuencas fluviales del valle de Aisa (**Aragón**), y de los ríos Anyet (**Cataluña**) y Leza (**La Rioja**).

Para realizar este análisis a escala de cuenca fluvial se utiliza un modelo ecohidrológico previamente calibrado y validado con datos históricos. A continuación, se diseñan escenarios futuros, de usos del suelo y de cambio climático que, introducidos en el modelo ecohidrológico, permitirán conocer los efectos de estos escenarios en el ciclo hidrológico de las cuencas.

Además, y para interpretar la evolución del paisaje, se analiza la dinámica y los cambios que han sufrido las cuencas de estudio a lo largo de las últimas décadas.

# ESCENARIOS APLICADOS A ESCALA DE CUENCA

## ESCENARIOS SOBRE LOS USOS DEL SUELO

Por lo que respecta a los escenarios futuros de usos del suelo, se genera una nueva cartografía que incluye la aplicación de las medidas de adaptación implementadas en el proyecto a escala de cuenca, dada la capacidad de estas medidas de modificar las características del suelo, vegetación y disponibilidad de agua.

La nueva cartografía de futuros usos del suelo muestra la gestión del territorio a escala de cuenca fluvial basada en acciones de desbroce de matorral y reducción de la densidad arbórea que permiten, respectivamente, la recuperación de zonas de pasto y la gestión de las masas forestales.

A continuación, se explican los criterios empleados en los desbroces para crear esta nueva cartografía, y qué cambios implican las medidas respecto a la situación actual para cada una de las cuencas estudiadas.



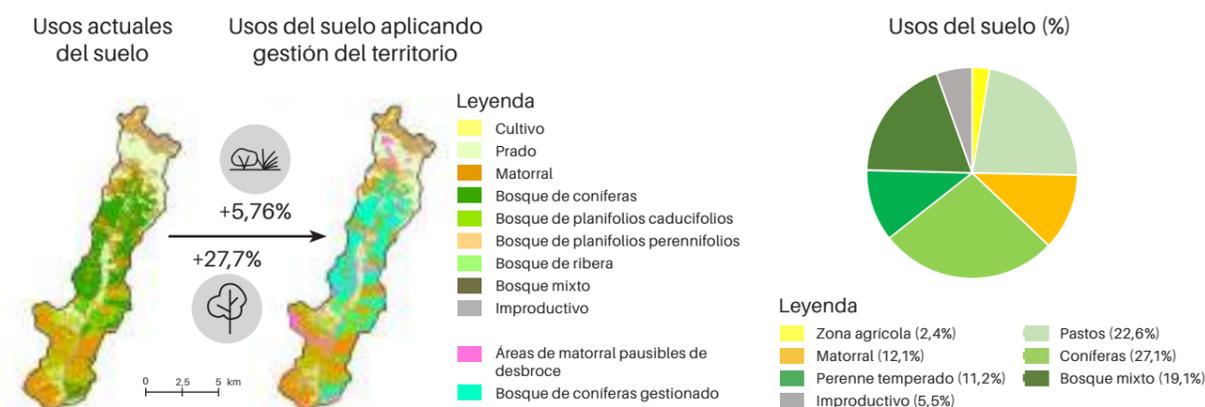
### Criterios para la aplicación de desbroces a escala de cuenca como medida de adaptación

- Sólo desbrozar las zonas de pasto y matorrales abandonados.
- Quedan excluidas las zonas agrícolas.
- Excluir las zonas de ribera y las zonas con una pendiente superior al 30% para evitar procesos de erosión.
- Evitar hábitats prioritarios.
- Evitar hábitats de especies protegidas.
- No aplicar desbroces en áreas inferiores a 500 m<sup>2</sup>.

## Valle de Aísa (Aragón)

Las acciones de desbroce quedan limitadas a zonas de matorral y pastos abandonados. En consecuencia, las áreas objetivo de intervención representarían solo el 5,76% del total del valle, ubicadas en dos grandes grupos situados en cabecera y en la parte inferior de la cuenca.

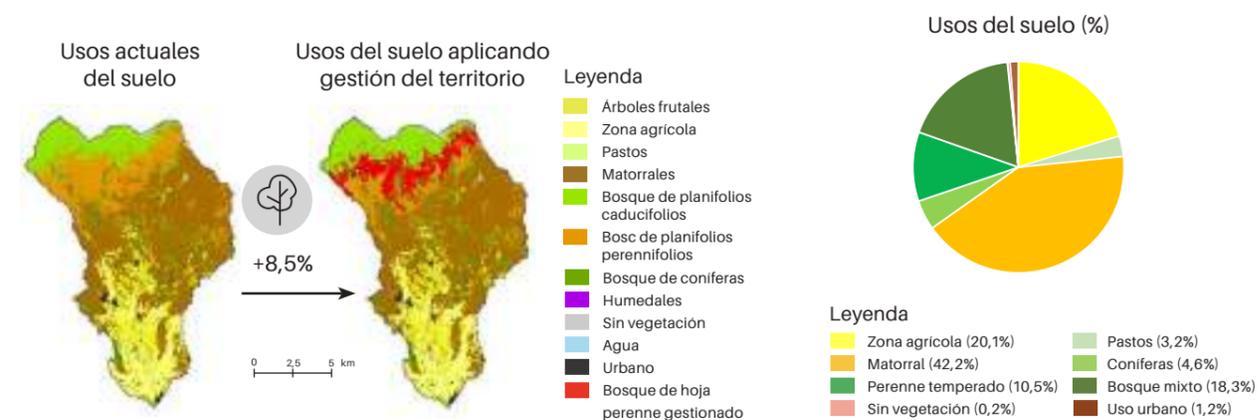
Por lo que respecta a las acciones de gestión forestal se aplican a las masas de coníferas de cabecera, que representa el 27,7% de la superficie total de la cuenca. La gestión forestal consiste en reducir la cubierta arbórea a la mitad, promoviendo un cambio en la estructura forestal debido principalmente a la gestión y sustitución de especies.



## Cuenca del río Anyet (Cataluña)

En la cuenca del río Anyet, la gestión forestal sólo se aplica a los bosques de *Quercus* (*Q. suber* y *Q. ilex*) de la cabecera, que representan el 8,5% de la cuenca. La gestión forestal consiste en reducir la cubierta arbórea del 100% inicial al 50%.

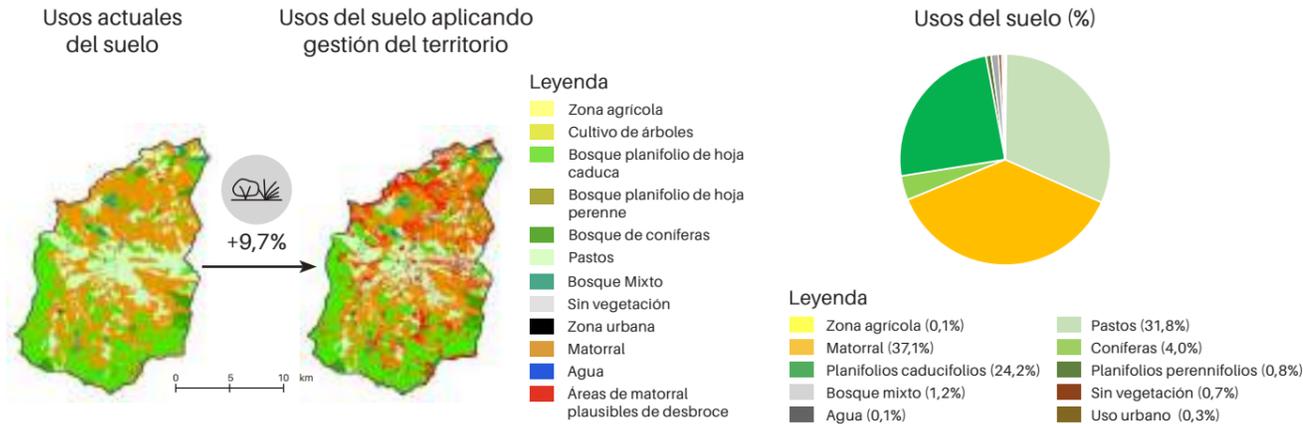
Esta gestión, ubicada en la zona norte y en la cabecera, se prevé que tenga un impacto relevante en la hidrología de la cuenca, ya que son las zonas con una mayor generación de recursos hídricos.



## Cuenca del río Leza (La Rioja)

Las zonas de matorral plausibles de desbroce en la cuenca del río Leza, comportarían un incremento de los pastos en un 9,7%, principalmente ubicadas en el noreste.

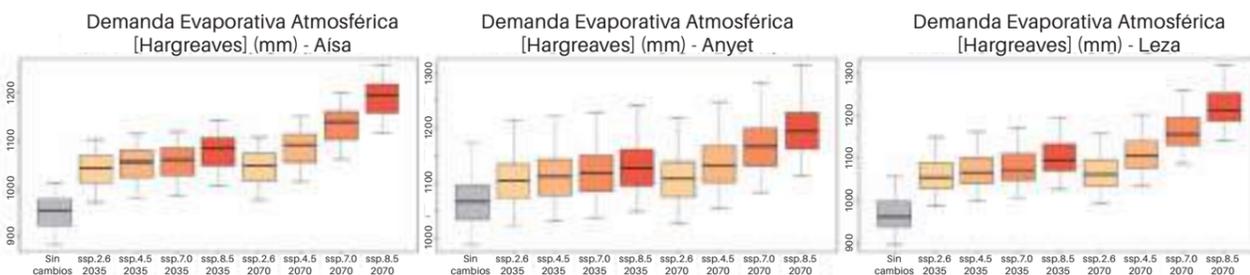
Dado que la mayoría de las zonas de actuación están situadas en la zona más baja de la cuenca, tendría menos implicaciones hidrológicas en comparación con las zonas de cabecera.



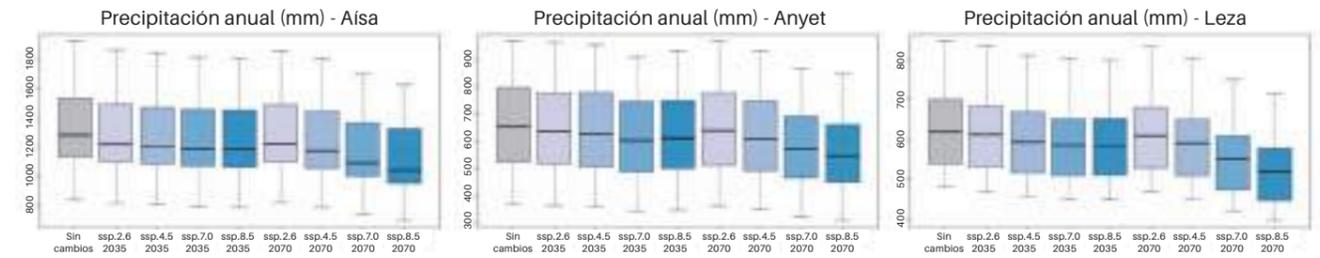
## ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Con el fin de analizar la evolución de la temperatura y la precipitación en las tres cuencas según los diferentes escenarios de cambio climático proyectados (SSP 2.6, 4.5, 7.0 y 8.5), se obtienen series temporales mensuales de temperatura máxima y mínima como también de precipitación.

Las diferencias mensuales obtenidas entre el período control (1989-2018) y los períodos escogidos como escenarios futuros (2035-2064 y 2070-2099) muestran cómo la evolución de la Demanda Evaporativa de la Atmósfera (DEA) tiende a aumentar debido al incremento de las temperaturas, mientras que la precipitación anual disminuye en las tres cuencas.



Tendencia de la Demanda Evaporativa Atmosférica (DEA) para las proyecciones climáticas (SSP 2.6, 4.5, 7.0 y 8.5) y los períodos futuros (2035-2064 y 2070-2099) en las cuencas fluviales de Aisa (Aragón), Anyet (Cataluña) y Leza (La Rioja).



Tendencia de la precipitación anual para las proyecciones climáticas (SSP 2.6, 4.5, 7.0 y 8.5) y los períodos futuros (2035-2064 y 2070-2099) en las cuencas fluviales de Aisa (Aragón), Anyet (Cataluña) y Leza (La Rioja).

## ESCENARIOS COMBINADOS: USOS DEL SUELO Y CAMBIO CLIMÁTICO

Con el objetivo de conocer los efectos de la gestión del territorio a escala de cuenca fluvial en diferentes escenarios de cambio climático se ha implementado, calibrado y validado con datos históricos un modelo ecohidrológico, llamado RHESSys, en las cuencas del Valle de Aisa (**Aragón**) y de los ríos Anyet (**Cataluña**) y Leza (**La Rioja**).

A continuación, se han generado simulaciones futuras para cada una de las cuencas con los escenarios de usos del suelo y climáticos, para evaluar el efecto de estos escenarios en variables relevantes a escala de cuenca, como el caudal y la producción primaria neta de la vegetación. Los escenarios evaluados han sido:



Los resultados obtenidos de las simulaciones considerando el período 2035-2064 con la proyección climática SSP 4.5, escogida por ser el escenario futuro más plausible de los cuatro proyectados se muestran a continuación (para más información sobre el resto de escenarios proyectados, [consultar el entregable núm.17](#)).

## Valle de Aísa (Aragón)

### Cambio de usos del suelo por gestión del territorio (LUC)

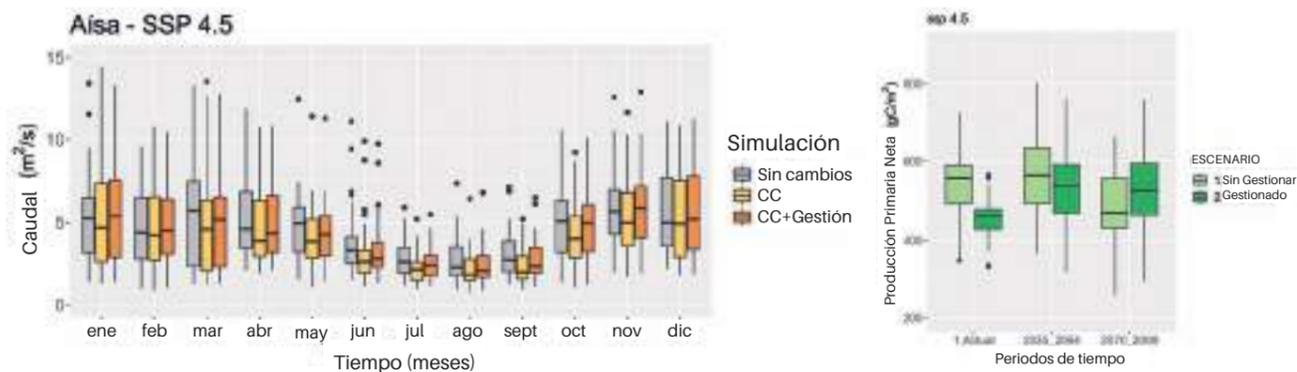
La gestión forestal y la recuperación de pastos en el valle de Aísa en las condiciones ambientales actuales comportaría un incremento del 4% del caudal medio mensual.

### Cambio climático (CC)

En condiciones climáticas como las de la proyección SSP 4.5. y sin aplicar ninguna gestión del territorio, se esperaría una disminución del 12% del caudal medio mensual.

### Acción combinada (CA)

En un escenario combinado, donde las medidas de gestión se aplican en condiciones de cambio climático, comportaría una disminución del 3% del caudal medio mensual. A pesar de esta disminución, se considera que la gestión del territorio podría aumentar la disponibilidad de recursos hídricos en valles similares al valle de Aísa, en una situación de cambio climático. Una acción combinada comportaría un incremento de la producción primaria neta, indicador de que la gestión forestal mejoraría la resiliencia de los bosques en condiciones de cambio climático.



## Cuenca del río Anyet (Cataluña)

### Cambio de usos del suelo por gestión del territorio (LUC)

Realizar gestión forestal adaptativa en la cuenca del Anyet en las condiciones ambientales actuales comportaría un incremento del 18% del caudal medio mensual.

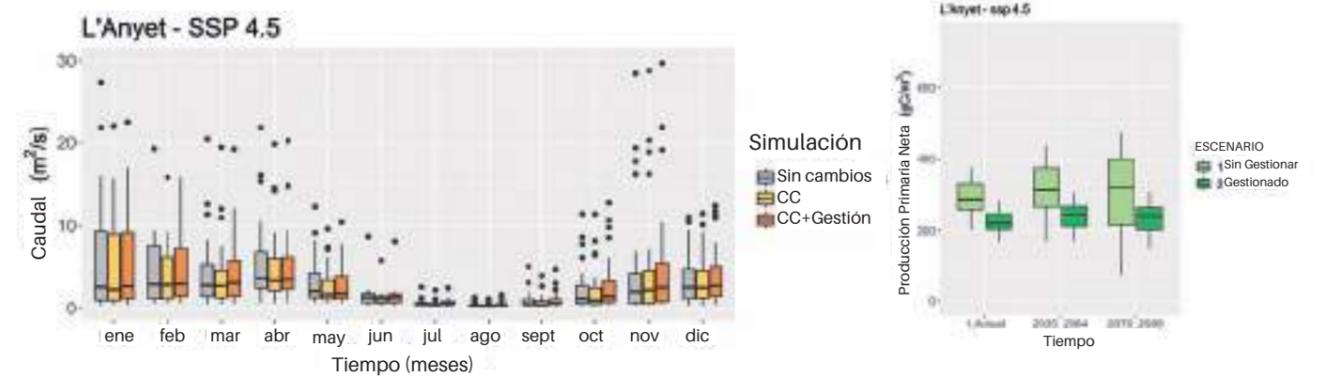
### Cambio climático (CC)

En condiciones climáticas como las de la proyección SSP 4.5 y sin una gestión forestal adaptativa, se esperaría una disminución del 9% del caudal medio mensual.

### Acción combinada (CA)

La aplicación de gestión forestal adaptativa en condiciones climáticas como las de la proyección SSP 4.5 supondría un incremento del caudal medio mensual del 7%. Por lo tanto, se considera

que en cuencas similares a la del Anyet, la gestión forestal permitiría atenuar la pérdida de recursos hídricos o incluso aumentar su disponibilidad. Además, en este caso, la acción combinada comportaría una tendencia de disminución de la producción primaria neta que sugiere la necesidad de una gestión menos intensa que permita encontrar un equilibrio entre la dinámica natural del bosque y la generación de caudal.



## Cuenca del río Leza (La Rioja)

### Cambio de usos del suelo por gestión del territorio (LUC)

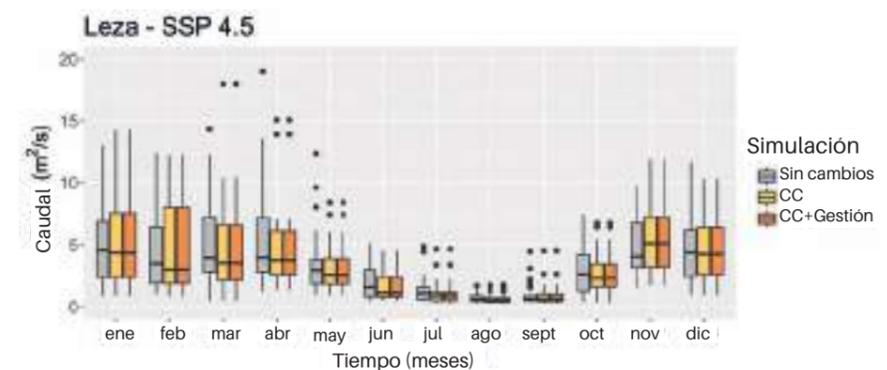
La recuperación de pastos a través del desbroce de matorral en la cuenca del río Leza en las condiciones ambientales actuales supondría un incremento del caudal medio mensual de un 10%.

### Cambio climático (CC)

En condiciones climáticas como las de la proyección SSP 4.5. y sin desbrozar las zonas de matorral, se esperaría una disminución del 4% del caudal medio mensual.

### Acción combinada (CA)

En caso de aplicar acciones de desbroce para la eliminación de matorral en unas condiciones climáticas como las de la proyección SSP 4.5, comportaría un incremento del 4% del caudal medio mensual. Así pues, se considera que las acciones para la recuperación de pastos podrían aumentar la disponibilidad de recursos hídricos en valles similares a la del río Leza en condiciones de cambio climático. En relación a las zonas boscosas, al no haberse llevado a cabo acciones sobre las superficies forestales, no se han podido valorar los efectos de la gestión del territorio ni del cambio climático.



Así pues, una falta de gestión del territorio comportaría que en condiciones de cambio climático (SSP 4.5) el caudal mensual medio disminuyera en las tres cuencas de estudio. En cambio, la aplicación de medidas de gestión, tanto en condiciones de clima actual como futuro, comportarían que esta situación tendiera a revertir produciendo, en muchos casos, un incremento del caudal medio mensual tal y como se observa en las cuencas de Aísa, Anyet y Leza.

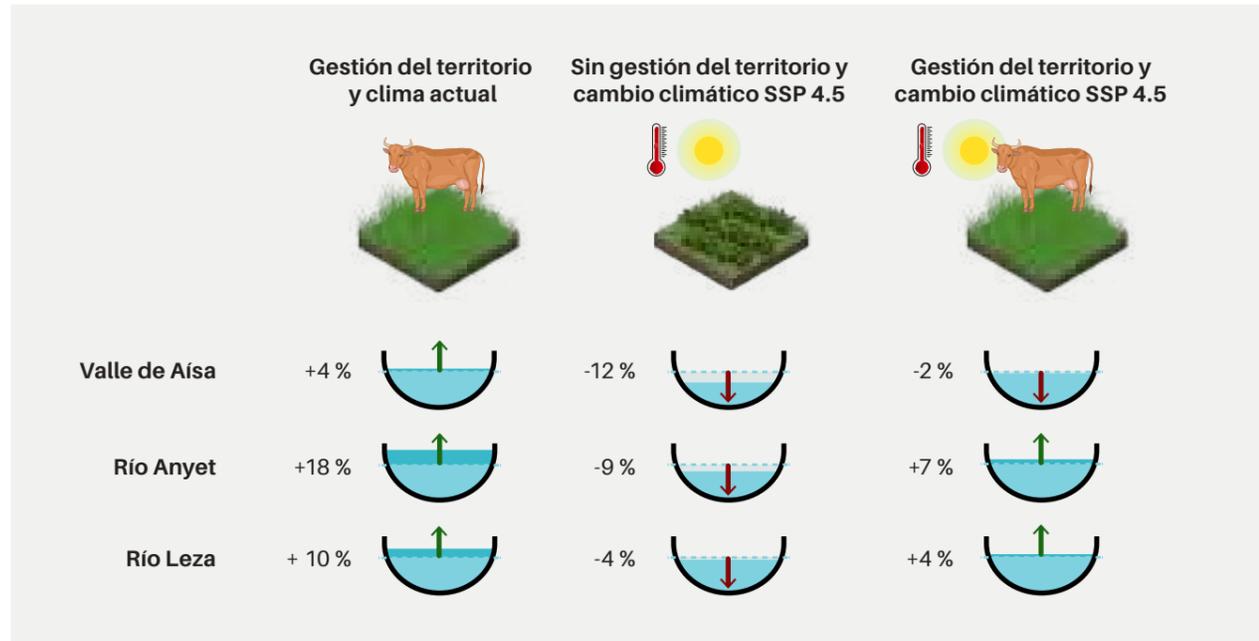


Tabla resumen de la variación del caudal medio mensual en las cuencas de estudio según los escenarios de gestión del territorio y de cambio climático.

La variabilidad observada entre cuencas es consecuencia de las grandes diferencias existentes entre ellas, tanto a nivel ambiental como de gestión territorial. La particularidad de cada cuenca hace que la superficie gestionada varíe entre ellas. Así pues, la superficie de matorral desbrozado para la recuperación de pastos es superior en la cuenca del río Leza en comparación con el valle de Aísa. Por otro lado, la superficie destinada a la gestión forestal es superior y ubicada en la zona central en el valle de Aísa, mientras que en el río Anyet es menor y concentrada en la zona de cabecera.

Valle de Aísa	5,76%	27,12%
Río Anyet	-	8,5%
Río Leza	10,7%	-

Superficie estimada (%) para la recuperación de pastos y gestión forestal en cada cuenca.

**A pesar de estas diferencias se observa una tendencia común, en las tres cuencas, de disminución del caudal anual a medida que las condiciones climáticas son más severas y, por el contrario, de incremento de recursos hídricos si se aplica una gestión del territorio.**

En relación a las masas forestales, la variabilidad observada en los resultados de las simulaciones está vinculada a la capacidad de adaptación al cambio climático de las diferentes especies forestales. En consecuencia, se observa una producción

primaria neta más elevada en los bosques de coníferas de Aísa en comparación con los bosques de Quercus en la cuenca del Anyet, posiblemente a causa de una mayor variabilidad de las lluvias y a una mejor adaptación de las especies a las condiciones de cambio climático.



Las simulaciones obtenidas determinan que tanto la superficie gestionada como las condiciones climáticas condicionan el caudal circulante y la producción primaria neta.

Sin embargo, se demuestra que **la gestión del territorio podría atenuar la pérdida de caudal esperada en situaciones de cambio climático en las cuencas fluviales de la montaña mediterránea.**

# RESULTADOS DEL ANÁLISIS A ESCALA DE PAISAJE

Con el fin de entender la estructura y los cambios que ha sufrido el paisaje a lo largo de las últimas décadas en las cuencas fluviales del valle de Aísa (**Aragón**), del Anyet (**Cataluña**) y del Leza (**La Rioja**), se ha analizado la evolución del paisaje en tres etapas (inicial, intermedia y actual) distribuidas en el tiempo utilizando el software V-LATE (*para más información [consultar el entregable núm. 17](#)*).

En la etapa inicial, en 1956, el paisaje estaba formado principalmente por zonas de cultivo o espacios abandonados, mientras que la etapa intermedia, dominaba un paisaje en transición con presencia de algunos elementos de la fase inicial y de la actual. El proceso más importante de abandono agrícola tuvo lugar antes de 1956, mucho antes que tiene sus fases más fuertes en los años sesenta y setenta del pasado siglo. Por último, la etapa actual, años 2014 para el valle de Aísa y del Leza, y 2017 para el Anyet, el paisaje está dominado por procesos de revegetación o renaturalización.

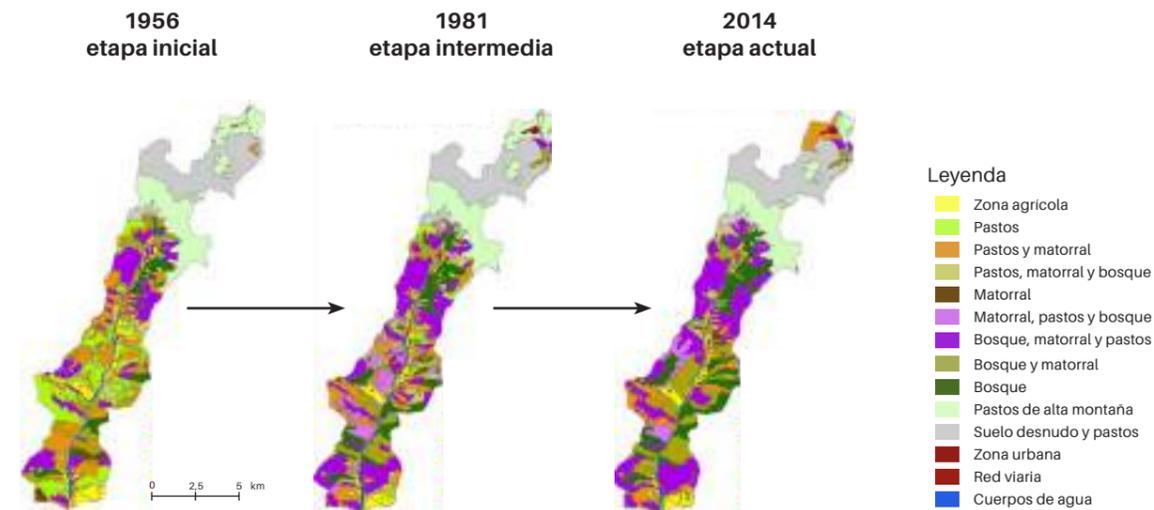


A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

## Valle de Aísa (Aragón)

En el valle de Aísa, el paisaje mantiene una estructura fragmentada durante la evolución hacia la etapa intermedia (período 1956-1981). Sin embargo, esta tendencia cambia en el período 1981-2014, perdiendo la estructura en mosaico y convirtiéndose en un paisaje más

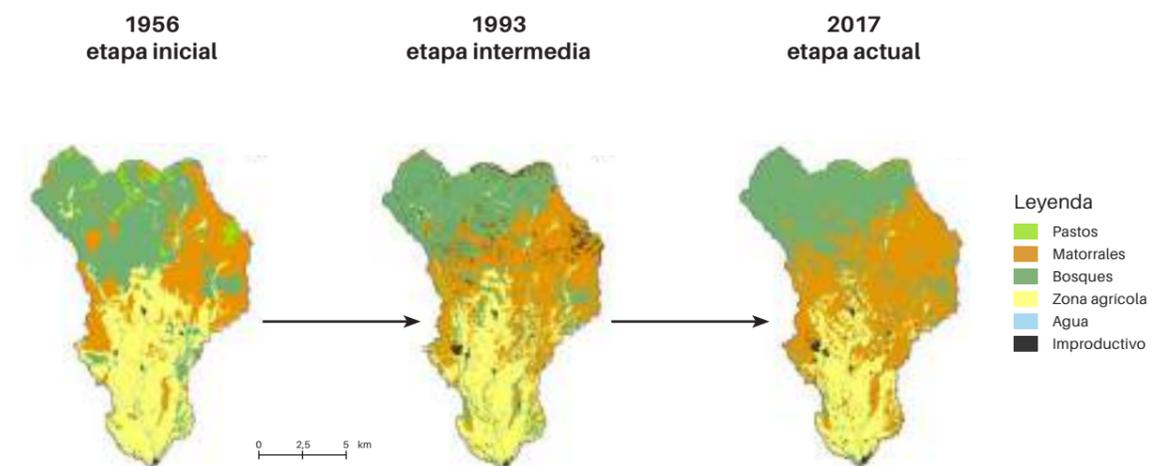
homogéneo en la etapa actual. Los cambios en los usos del suelo acontecen más relevantes en el estadio montano que en el alpino y subalpino, con una pérdida de pastos montanos del 63% y una disminución de los campos de cultivo del 42% en la etapa actual.



## Cuenca del río Anyet (Cataluña)

La cuenca del río Anyet presenta la misma tendencia. Durante la etapa inicial (1956), el paisaje está dominado por campos de cultivo, pero con el tiempo se observa un incremento de las zonas de matorral del 25% (1956) hasta un 43% en la etapa

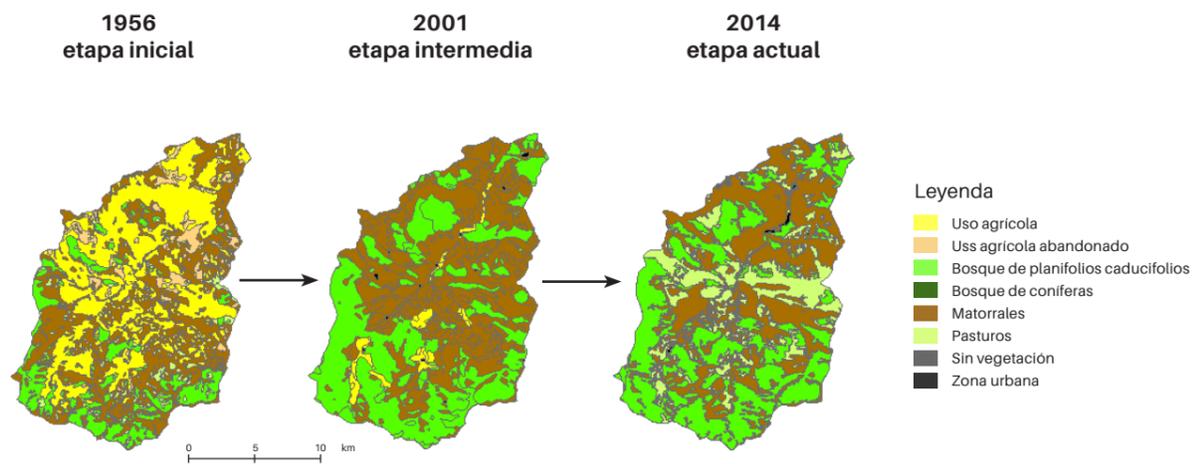
actual (2017). En cuanto al estrato forestal, ha sufrido una ligera disminución a lo largo de los años (34,5% en 1956, 33,4% en 1993), y se mantiene en un 30,7% en la etapa actual (2017).



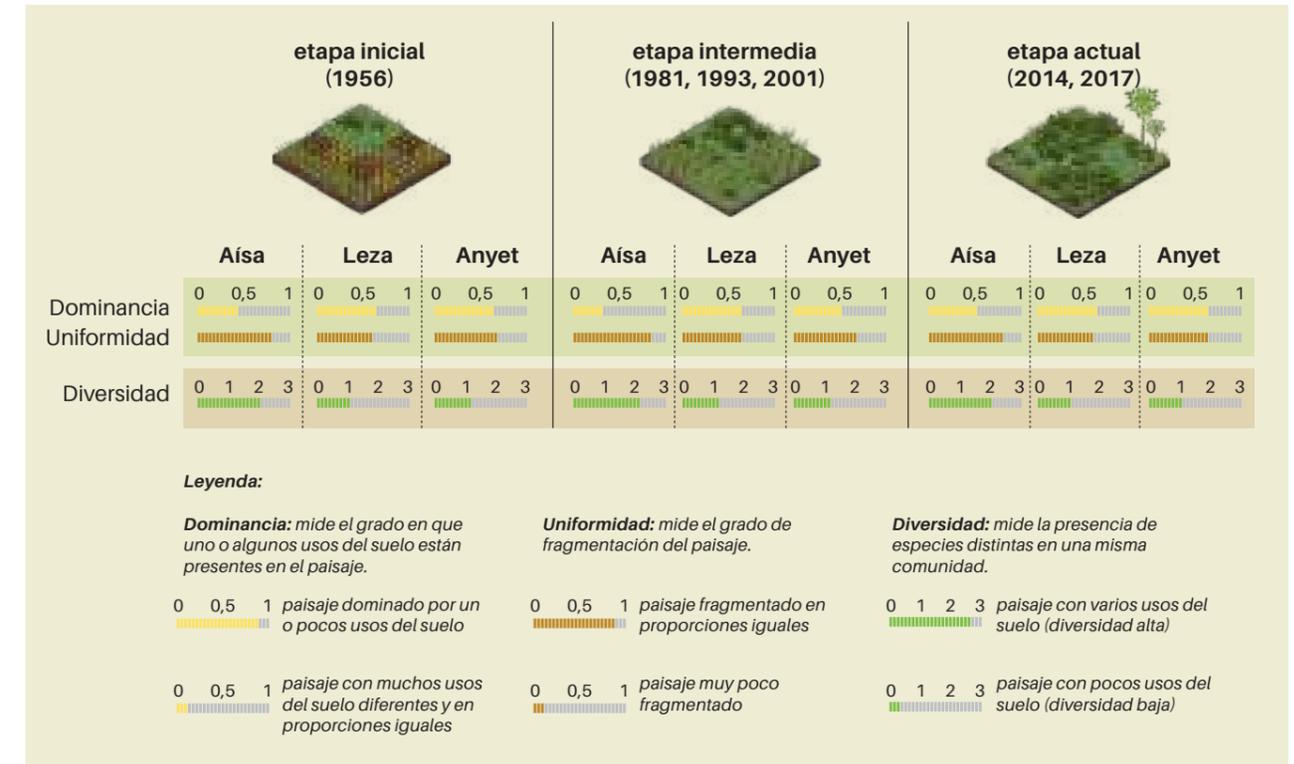
## Cuenca del río Leza (La Rioja)

En cuanto a la cuenca del río Leza, en la etapa inicial (1956), el paisaje está dominado por campos de cultivo y se observa una mayor fragmentación en comparación con la etapa intermedia (2001), donde la mayoría de campos han sido abandonados y sustituidos por matorrales y bosque caducifolio.

Sin embargo, en la etapa actual (2014) la estructura del paisaje se vuelve más heterogénea, contrariamente a lo que se esperaría, debido a las actuaciones de desbroce aplicadas por el gobierno de La Rioja. En consecuencia, se consigue un paisaje con más superficies de pasto.



Los índices de dominancia, uniformidad y diversidad de Shannon muestran el mismo patrón de evolución del paisaje a lo largo del tiempo para las tres cuencas. En todos los casos, en la etapa intermedia se observan valores elevados en cuanto a la diversidad y la uniformidad, mientras que la dominancia disminuye, ya que el paisaje transita entre cultivos y espacios abandonados en proceso de revegetación.



Sin embargo, en las últimas décadas, el paisaje en las cuencas del Valle de Aísa y del Anyet y del Leza ha evolucionado hacia la homogenización, perdiendo de forma progresiva el paisaje en mosaico y siendo menos resiliente a los efectos del cambio climático.



**Gestionar el territorio para recuperar el paisaje en mosaico contribuye a revertir esta situación, favoreciendo la heterogeneidad del paisaje y mejorando su resiliencia ante los cambios ambientales.**





# Otras medidas de adaptación para la media montaña

# 04

A continuación, se presenta la composición y el funcionamiento de los órganos de participación del proyecto LIFE MIDMACC, unos órganos determinantes en la priorización de medidas de adaptación para la montaña media de Aragón, Cataluña y La Rioja.

# ÓRGANOS DE PARTICIPACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto LIFE MIDMACC ha contado con la participación de tres comités regionales (CR) y un grupo de trabajo Supra-Regional (GT-SR). A continuación, se explica su importancia para el desarrollo del proyecto y se detalla su organización y las tareas desarrolladas:

## COMITÉS REGIONALES (CR)

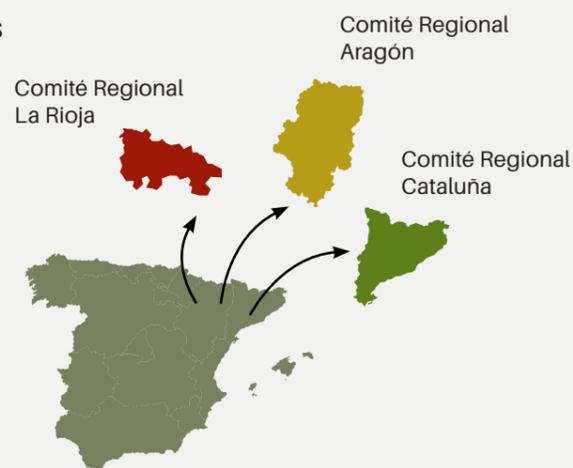
La creación de tres comités de actores regionales (uno para cada región de estudio) es relevante, puesto que permite involucrar a los principales gestores y actores del territorio en el diseño, desarrollo y evaluación de las medidas de adaptación.

Entre los actores, hay representantes de los sectores implicados en el proyecto (agrícola, ganadero y forestal), de la administración local y autonómica, del ámbito de la investigación, de asociaciones ambientalistas y de la sociedad civil.



### Tareas de los comités regionales

- Participación en las reuniones anuales organizadas por el proyecto
- Contribución al diseño y implementación de las pruebas piloto.
- Contribución al diseño de escenarios futuros para el análisis a escala de cuenca fluvial
- Visitas guiadas
- Contribución a la guía de adaptación



## GRUPO DE TRABAJO SUPRA-REGIONAL (GT-SR)

El grupo de trabajo supra-regional tiene como objetivo principal conseguir la implicación de los gobiernos, en este caso, de Aragón, Cataluña y La Rioja.

Este grupo ha estado formado por tres o cuatro actores representativos de cada comité regional, que aseguren la representación de los sectores clave del proyecto (viñedo, bosques y ganadería) y de las afiliaciones (administración pública, investigación y sector productivo).



### Tareas del grupo de trabajo supra-regional

- Revisión y validación de los resultados de los comités regionales.
- Compartir experiencias y recursos sobre la adaptación al cambio climático en los tres territorios.
- Apoyo a la creación de un marco político coordinado para uso sostenible de las zonas de media montaña.
- Apoyo en la elaboración de una guía con propuestas de adaptación al cambio climático para las zonas de media montaña.



# PRIORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS

Los capítulos anteriores de esta guía han detallado las medidas de adaptación implementadas y monitorizadas en el proyecto. Pero aparte de estas medidas desarrolladas, también se ha realizado un análisis exhaustivo de qué otras medidas de adaptación se estaban llevando a cabo en la media montaña de Aragón, Cataluña y La Rioja.

Este análisis tenía como objetivo conocer iniciativas que se estaban llevando a cabo en las regiones de estudio y que pudieran ser transferibles a otros territorios. A partir de este trabajo se priorizaron las acciones más relevantes para la adaptación de la media montaña, de cara a realizar las recomendaciones finales de esta guía de adaptación.

El primer listado de medidas de adaptación existentes se realizó a partir del conocimiento y experiencia de los socios del proyecto LIFE MIDMACC. En total, se compilaron 53 medidas de adaptación que contenían 80 acciones concretas. Este listado se presentó en las segundas reuniones de los CRs del proyecto, en las que los 42 actores participantes pudieron reformular, matizar y validar las medidas compiladas, y además también pudieron proponer nuevas.

En total, una vez realizado este trabajo participativo en el marco de los CRs, se propusieron un total de 130 acciones de adaptación, 80 existentes y 50 nuevas, muchas de las cuales se repetían entre territorios. A continuación, se realizó un proceso de agrupación y simplificación por parte de los socios, dando como resultado un nuevo listado de 45 acciones, 15 por sector[1].

A partir de este nuevo listado, los 10 actores participantes del GT-SR, a través de un trabajo colaborativo y participativo, priorizaron 17 medidas según la importancia y la relevancia que consideraban que tenían para su adaptación al cambio climático de los tres territorios.



[1] El listado completo de las 45 acciones de adaptación resumidas se puede [consultar en el documento de resultados de la segunda reunión anual del grupo de trabajo supra-regional](#).

Estas 17 propuestas de actuación son las principales recomendaciones que esta guía propone para mejorar la resiliencia y la adaptación de la media montaña mediterránea al cambio climático. A continuación, se presentan las medidas priorizadas agrupadas por temática.



## Agricultura y ganadería

- Potenciar las prácticas culturales que permitan conservar los suelos y minimizar la erosión.
- Favorecer y potenciar los eco-esquemas de la nueva PAC relacionados con la ganadería extensiva.
- Fomentar el ahorro de agua en los cultivos a través de medidas agronómicas y de eficiencia en el uso del agua.
- Estimular la implementación de una alimentación de proximidad para conseguir una agricultura sostenible.
- Potenciar actividades para favorecer la convivencia entre los diferentes sectores y actividades (viñedo, bosques y ganadería).
- Elaborar una mapa de vulnerabilidades de cultivos y especies animales de interés productivo más vulnerables al cambio climático.





## Bosques

- Recuperar pastos en zonas recientemente revegetadas a través de desbroces para su uso por el ganado, recuperando el mosaico silvo-pastoral y promoviendo la regeneración y crecimiento de árboles aislados que dan sombra, mejoran la conservación del suelo y la calidad de los pastos.
- Fomentar una gestión forestal activa y adaptativa.
- Promover cambios normativos que valoren los bosques como un recurso para la ganadería, en particular incidir en que la PAC considere los bosques como recursos pastorales y puedan recibir las ayudas pertinentes.
- Fomentar la transferencia de conocimiento al sector sobre cómo la gestión forestal puede disminuir los efectos del cambio climático.
- Fomentar la planificación y gestión forestal conjunta a diferentes niveles y complementaria con otras planificaciones, a fin de promover la corresponsabilidad en la implementación de las acciones de adaptación al cambio climático.
- Aplicar modelos de gestión forestal orientados a obtener un mayor valor añadido de los productos forestales y fomentar su demanda de proximidad.



## Fijación de la población

- Incentivar el relevo generacional por medio de la formación de jóvenes agricultores y del colectivo de pastores, orientándolos también hacia la actividad turística.
- Mejorar la viabilidad y la competitividad de las pequeñas y medianas explotaciones con tecnologías agrícolas innovadoras y una gestión sostenible de los bosques.
- Garantizar el acceso a los servicios energéticos, agua e internet de alta velocidad a la población diseminada.
- Reforzar el apoyo a la innovación, la transferencia y los mercados de productos locales y de forma sostenible.
- Apoyar a empresas que tengan un compromiso con los territorios con más despoblamiento.



# Bibliografía utilizada

# 05

- **AEMET.** (2020). Recuperado el Noviembre de 2021, de Regionalización AR4-IPCC. Gráficos de evolución. Regionalización estadística regresión. Aragón: [http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio\\_climat/result\\_graficos?w=1&opc1=arn&opc2=Tx&opc3=Anual&opc4=0&opc6=1](http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat/result_graficos?w=1&opc1=arn&opc2=Tx&opc3=Anual&opc4=0&opc6=1)
- **AEMET.** (2020). Agencia Estatal de Meteorología. Consultado en diciembre/2021, a Regionalización AR5-IPCC. Gráficos de evolución. Regionalización estadística análogos. La Rioja: [http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio\\_climat/result\\_graficos?w=0&opc1=26&opc2=Tm&opc3=Anual&opc4=0&opc6=0](http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat/result_graficos?w=0&opc1=26&opc2=Tm&opc3=Anual&opc4=0&opc6=0)
- **ARANDA X., DE HERRALDE F., SAVÉ R., NADAL-ROMERO E., LASANTA T., ZABALZA J., PUEYO Y., LANA-RENAULT N., RUIZ P.** (2020) *Monitoring protocol of action C3*. Deliverable 10. LIFE MIDMACC
- **BOSCH, J.** (2022) *Estudio de los costes económicos de dos medidas de adaptación al cambio climático. Acción C1 y C2: desbroces y gestión forestal*. Action C5.3. LIFE MIDMACC.
- **BOSCH, J.** (2022) *Análisis socioeconómico de las explotaciones ganaderas extensivas*. Action C5.3. LIFE MIDMACC
- **BOSCH, J., SANCHEZ-ORTIZ, A. Y DE HERRALDE, F.** (2022) *Estudio de costes económicos de medidas de adaptación al cambio climático. Acción C3: Introducción y/o optimización de viñedos en zonas de montaña*. Action C5.3. LIFE MIDMACC.
- **CANTOS G, MUÑOZ J, PASCUAL D, BORRÁS G** (2022) *Analysis of the vulnerability of the mid-mountain to the impacts of climate change*. Deliverable 12. LIFE MIDMACC.
- **GARCÍA-RUIZ, J. M., LÓPEZ-MORENO, J. I., LASANTA, T., VICENTE-SERRANO, S. M., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., VALERO-GARCÉS, B. L., SANJUÁN, Y., BEGUERÍA, S., NADAL-ROMERO, E., LANA-RENAULT, N. Y GÓMEZ-VILLAR, A.** (2015). *Los efectos geológicos del cambio global en el Pirineo central español: Una revisión a distintas escalas espaciales y temporales*. Pirineos, 170.
- **GOBIERNO DE LA RIOJA** (2008). *Desarrollo de los trabajos sobre la evaluación y mejora del estado de las masas de agua superficiales de la comunidad autónoma de La Rioja según la directiva marco del agua*. Gobierno de La Rioja, 04-19.
- **GOETZ R., ROSELL, J., XABADIA, A.** (2022). *Avaluació socioeconòmica de mesures d'adaptació en zones de muntanya mitjana*. Entregable 21. LIFE MIDMACC.
- **KHORCHANI, M., ROMERO, N., & T. LASANTA, C. T.** (2021). *Effects of vegetation succession and shrub clearing after land abandonment on the hydrological dynamics in the Central Spanish Pyrenees*. Catena, 204, 02-11.
- **LASANTA MARTÍNEZ, T.** (2014). *El paisaje de campos abandonados en Cameros Viejo (Sistema Ibérico, La Rioja)*. Ciencias de la tierra, 32, Logroño
- **LÓPEZ-MORENO, J. L., VICENTE-SERRANO, S., ZABALZA, J., REVUELTO, J., GILABERTE, M., & AZORÍN-MOLINA, C.** (2014). *Respuesta hidrológica del pirineo central al cambio ambiental proyectado para el siglo XXI*. Pirineos, 169, 01-11.
- **METEOCAT** (2021). *Escenaris climàtics regionalitzats a Catalunya (ESCAT-2020)*. Projeccions estadístiques regionalitzades a 1 km de resolució espacial, 09-28.
- **NADAL-ROMERO E., LASANTA T., ZABALZA J., PUEYO Y., FORONDA A., REINÉ R., BARRANTES O., PASCUAL D., PLA E., LANA-RENAULT, N., RUIZ FLAÑO P.** (2020) *Monitoring protocol of action C1*. Deliverable 8. LIFE MIDMACC.
- **PASCUAL D., PLA E., NADAL-ROMERO E., LASANTA T., ZABALZA J., PUEYO Y., FORONDA A., REINÉ R., BARRANTES O., LANA-RENAULT N., RUIZ P.** (2020) *Monitoring protocol of action C2*. Deliverable 9. LIFE MIDMACC.
- **PLA, E., PASCUAL, D., BORRÁS, G., CANTOS, G., ZABALZA MARTÍNEZ, J., VICENTE-SERRANO, S.M., DE HERRALDE, F., FUNES, I., SAVÉ, R., ARANDA, X., BIEL, C.** (2018). *Layman's Report*. Proyecto Life MEDACC.
- **VICENTE-SERRANO, S., PASCUAL, D., PLA, E., ZABALZA-MARTÍNEZ, J., BORRÁS, G., CANTOS, G., SAVÉ, R., BIEL, C., AND FUNES, I.** (2016). *Historical trends in climate, land use and water demands*. Deliverable 12. MEDACC.



## Participantes:

