



Con el apoyo de:



20  
AÑOS



## **La certificación forestal FSC como instrumento de gestión forestal adaptativa- Caso “Montes de Valsain”**

**FSC España promueve el proyecto “La certificación forestal FSC como instrumento de gestión forestal adaptativa”, que cuenta con el apoyo del Ministerio para la Transición Ecológica, a través de la Fundación Biodiversidad**

**El proyecto cuenta con la colaboración de la Universidad de Alcalá**

González Díaz, P<sup>2</sup>; Zavala, M.A<sup>2</sup>; Martínez Martínez, S<sup>1</sup>, Ruiz Benito, P<sup>2</sup>.

1 FSC España, C/ Alcalá, 20, 2ª Planta, Oficina 202, 28014 Madrid. [s.martinez@es.fsc.org](mailto:s.martinez@es.fsc.org)

2 Grupo de investigación de Ecología y Restauración Forestal del Departamento de Ciencias de la Vida. Universidad Alcalá de Henares. Campus universitario, 28805. Alcalá de Henares (Madrid)

### **Introducción**

El cambio global -cambios de uso del suelo, cambio climático y especies invasoras entre otros factores- están causando impactos en los bosques como alteraciones en la composición, estructura y en el funcionamiento de los mismos (Allen & Breshears 1998, Anderegg et al. 2013, Ruiz-Benito et al. 2017), lo que puede afectar a los servicios ecosistémicos que éstos proveen a la sociedad (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Los bosques mediterráneos son particularmente vulnerables al cambio climático (CC) por tanto las estrategias de mitigación y adaptación de los bosques al cambio climático juegan un papel fundamental para responder a los desafíos que plantea el CC (IPCC, 2007, 2014).

En el contexto actual de impactos del cambio climático sobre los bosques surge el proyecto “La certificación forestal FSC como instrumento de gestión forestal adaptativa” donde se ha desarrollado un sistema de indicadores de adaptación al cambio climático (ACC). Por una parte, se ha desarrollado una metodología para hacer un seguimiento de los impactos del CC en los bosques, de su vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático y de la eficacia de las medidas de adaptación que los gestores implementan. La implementación de dicho sistema en montes concretos persigue ser un pilar de la denominada Gestión Adaptativa e implica un seguimiento por parte de los gestores de los efectos de las propias medidas de gestión para inducir posibles mejoras e incrementar el conocimiento empírico de los sistemas forestales. Los indicadores de ACC seleccionados han sido evaluados en tres montes piloto certificados FSC, Navahondona (Cazorla, Jaén), Montes de Valsain (Segovia) y Barrantes (Pontevedra).



Con el apoyo de:



20 AÑOS



## Sistema de indicadores

El sistema de indicadores definido consta de tres niveles, indicadores troncales, complementarios y candidatos.

Los indicadores troncales son rigurosos porque miden atributos recomendados por la bibliografía especializada y expertos en la temática, y, por tanto, son capaces de medir los impactos, peligros, vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático de una manera directa (EEA, 2014, Zavala et al. 2017). Se trata de indicadores robustos, fáciles de obtener, que permiten su medición periódica.

Los indicadores complementarios son igualmente robustos pero miden los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático indirectamente (e.g. económicos, demográficos, etc.). Por otro lado, de forma ideal los indicadores complementarios deben formar parte del sistema y ser considerados para la evaluación de los indicadores troncales, ya que aportan una importante información contextual para la adaptación (EEA, 2014, Zavala et al. 2017).

Los indicadores candidatos son aquellos que no forman parte inicialmente de los indicadores troncales o complementarios del sistema, pero que pueden entrar a formar parte de éste (EEA, 2014, Zavala et al. 2017) en el futuro. Generalmente son datos que no se encuentran disponibles y que su adquisición puede conllevar cierta complejidad técnica, metodológica y/o económica.

En el anexo 1 se puede consultar más información sobre los datos y métodos utilizados para cada uno de los indicadores del sistema.

## “Montes de Valsaín”

Los Montes Valsaín, formados por el Monte Matas y el Monte Pinar, catalogados como monte número 1 y 2 del Catálogo de Utilidad Pública de la Provincia de Segovia, se encuentran situado en el término municipal de San Ildefonso-La Granja perteneciente al Organismo Autónomo de Parques Nacionales del Ministerio de Medio Ambiente y gestionado por el Centro del Montes y Aserradero de Valsaín. Estos montes se encuentran ordenados desde finales del siglo XIX, encontrándose actualmente el Monte Pinar en la 7ª Revisión de la Ordenación y el Monte Matas en la 2ª Revisión de la Ordenación. La especie más abundante en los Montes de Valsain es el pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.), que se distribuye entre los 1200 y 2000 m s.n.m. El roble melojo (*Quercus pyrenaica*) domina en zonas más bajas entre los 1000 y 1400 m s.n.m. También hay presencia de pequeños rodales de encina (*Quercus*



Con el apoyo de:

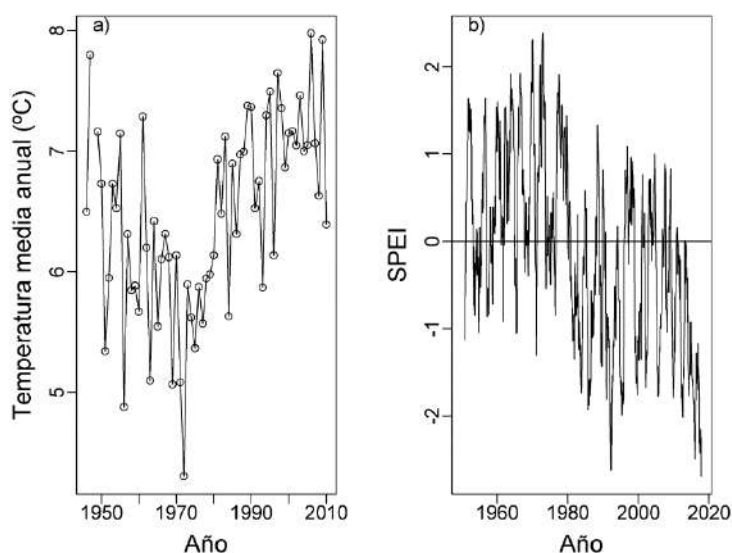


20 AÑOS



*illex*) en estas zonas bajas. Asimismo, los pastos son comunes a diferentes altitudes. Los Montes de Valsain están certificados por FSC desde el año 2004.

En rango altitudinal oscila entre los 1000 y 2000 m s.n.m., con unos niveles de precipitación desde los 900 mm en las zonas más bajas hasta los 1500 mm en las zonas elevadas. La precipitación total anual es de 1322,95 mm, mientras que la temperatura media anual es de 6,44°C. La tendencia climática de las últimas décadas en los Montes de Valsain indica que la temperatura media anual ha sufrido un aumento desde los años 80, siendo este aumento más notable en los últimos años (Figura 1a). Por otro lado, la sequía, medida mediante el índice de SPEI muestra valores más negativos (más sequía) desde los años 80, siendo estos valores más acusados en los últimos años (Figura 1b).

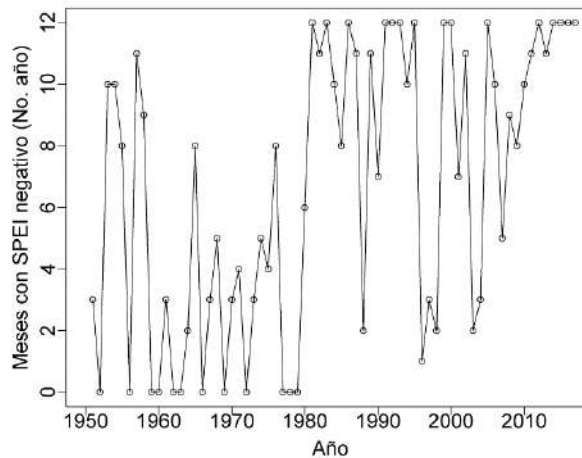


**Figura 1.** (a) Temperatura media anual y (b) SPEI para la segunda mitad del siglo XX y principios del XXI en los montes de Valsain. Elaboración propia.

Para el cálculo de los indicadores ACC en los Montes de Valsain se han utilizado datos climáticos (CLI), datos de modelización (MN), datos de las memorias anuales y datos de ordenaciones de montes (OM).

A continuación se exponen los resultados de las mediciones de los indicadores troncales.

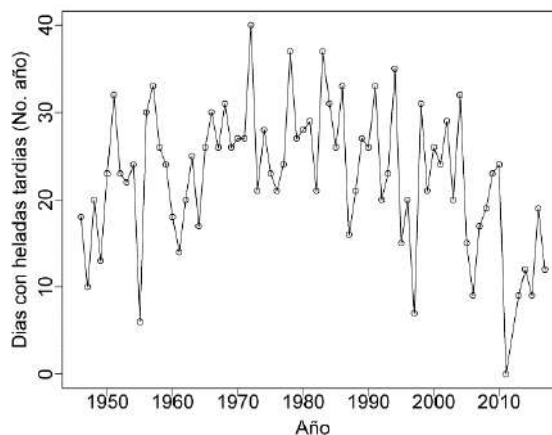
### INDICADOR 1-Sequía (SEQ)



**Figura 2.** Evolución del número de meses con sequías al año desde la segunda mitad del siglo XX hasta la actualidad.

El número de meses con sequías al año sufre un aumento importante a partir de los años 80 (Figura 2). Desde entonces hasta la actualidad el cambio es menor, aunque en la última década se observa que el número de meses con SPEI negativo se mantiene en valores bastante elevados, donde todos o la mayor parte de los meses hay valores negativos de SPEI. **El indicador SEQ sugiere un incremento del peligro por sequía en los últimos años.**

### INDICADOR 2-Heladas tardías (HEL)



**Figura 3.** Evolución del número de días con heladas tardías desde la segunda mitad del siglo XX hasta la actualidad.

El número de días con heladas tardías al año sufrió un aumento hasta los años 80, a partir de los cuales decrece considerablemente hasta la actualidad (Figura 3). **El indicador HEL sugiere un descenso del peligro por heladas tardías en los últimos años.**

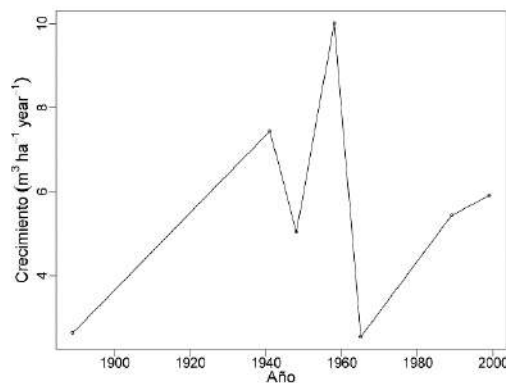
### INDICADOR 3-Incendios (INC)

En los Montes de Valsain no se han producido en los últimos años incendios como consecuencia del cambio climático. Los conatos que se han identificado han sido por causa antrópica y alguno de ellos procedentes de rayos.

Se concluye que los incendios en estos montes no están motivados ni se han incrementado como consecuencia de los efectos del cambio del clima. Este indicador no se considera significativo en este monte.

**El indicador INC sugiere un peligro bajo por incendios en los últimos años.**

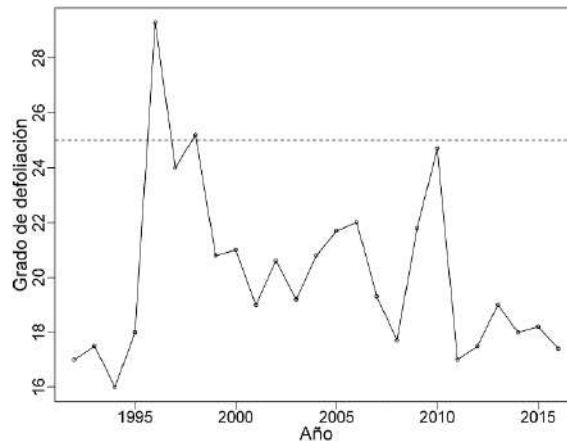
### INDICADOR 8-Crecimiento (CRE)



**Figura 5.** Evolución del crecimiento medio anual por hectárea de *Pinus sylvestris* en los Montes de Valsain desde finales del siglo XIX hasta el año 2000.

El crecimiento medio anual de *Pinus sylvestris* en los Montes de Valsain muestra oscilaciones entre los 3 y 10 m³ ha año, a lo largo del siglo XX, con marcados descensos en el crecimiento en los años 1940 y 1960, mientras que en los demás años muestra incrementos en el crecimiento (Figura 5). En los últimos años la tendencia del crecimiento es de aumento. **El indicador CRE sugiere un impacto bajo del cambio climático en los últimos años.**

### INDICADOR 11.1-Decaimiento – Defoliación (DECdef)

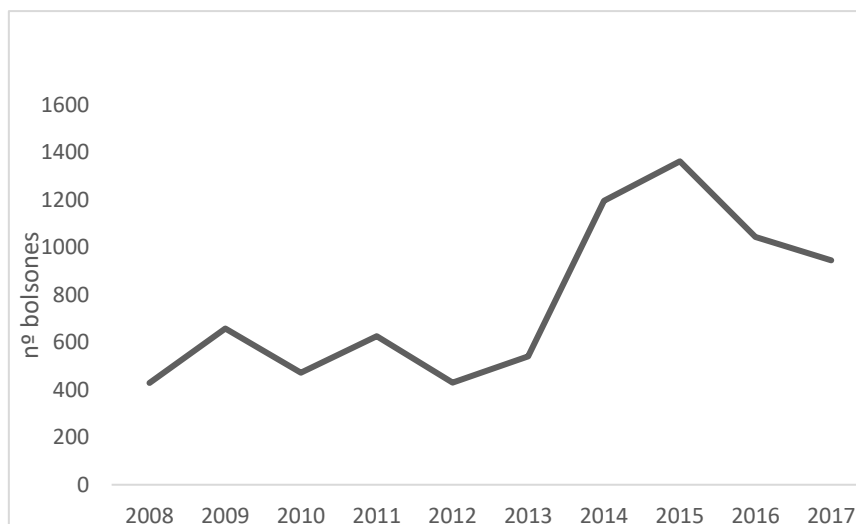


**Figura 6.** Evolución del grado de defoliación en individuos de *Pinus sylvestris* en el Pinar de Valsaín desde 1992 hasta el año 2016.

El grado de defoliación que se lleva midiendo en los Montes de Valsaín como parte de la red de seguimiento del estado fitosanitario de las masas forestales desde el año 1992, oscila entre el 16 y el 28%. En general, el grado de defoliación se mantiene por debajo del 25% (ver línea punteada, Figura 6), lo que se considera como un nivel de defoliación ligero. No obstante, en los últimos años el grado de defoliación se ha mantenido en niveles aún más bajos, cercanos al 18%.

**El indicador DECdef sugiere un impacto poco significativo en los últimos años.**

### INDICADOR 11.2-Decaimiento – Afección plagas (DECpla)

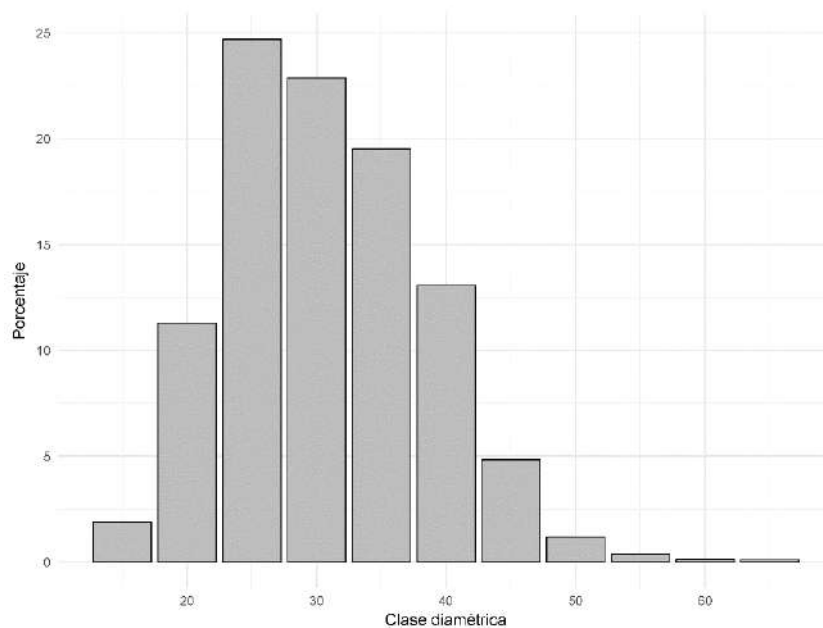


**Figura 7.** Evolución del número de bolsones de procesionaria eliminados de individuos de *Pinus sylvestris* en los Montes de Valsaín desde 2008 a 2017 (datos extraídos de las Memorias Anuales).

Este indicador de decaimiento refleja la afección de la procesionaria medida como el número de bolsones de la misma eliminados de individuos de *Pinus sylvestris*. Los informes de la última revisión del plan de ordenación definen esta población de procesionaria como una población endémica. Los datos extraídos de las memorias anuales muestran un aumento del número de bolsones entre los años 2013 y 2014, la tendencia de los últimos años es descendiente.

**El indicador DEC sugiere un descenso moderado del impacto por procesionaria en los últimos años.**

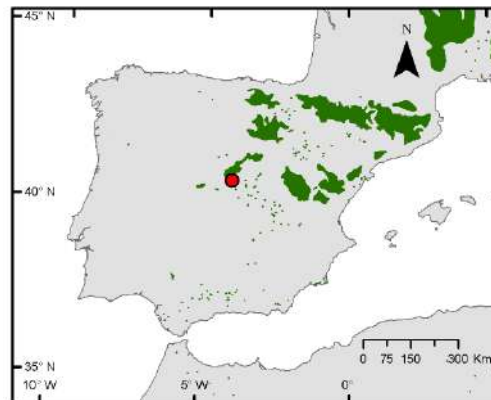
### INDICADOR 13-Heterogeneidad de clases diamétricas (HET)



**Figura 8.** Porcentaje de clases diamétricas para individuos de *Pinus sylvestris* en los Montes de Valsaín. Elaboración propia. Fuente de datos: 7ª revisión.

El indicador de heterogeneidad de clases diamétricas muestra el porcentaje de individuos para cada uno de los grupos diamétricos (cm). En los Montes de Valsaín la heterogeneidad tiene una distribución normal, donde existen individuos de la mayoría de clases diamétricas (Figura 8). El menor porcentaje de individuos corresponde a las clases diamétricas mayores mientras que la mayor parte de los individuos se encuentran entre los 25 y 35 cm de diámetro. **El indicador HET sugiere una adaptabilidad media-alta.**

### INDICADOR 17-Rango de distribución (RDI)

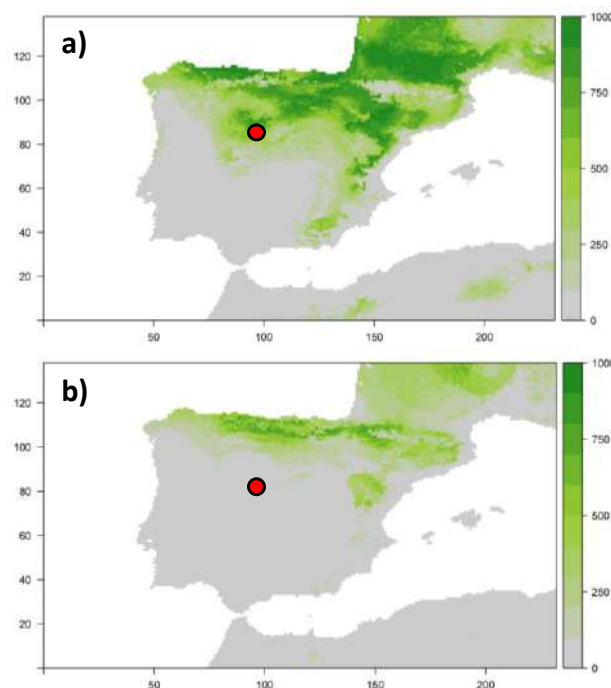


**Figura 9.** Localización de la población de estudio (en rojo) con respecto al rango de distribución de la especie *Pinus sylvestris* en España.

Las poblaciones de *Pinus sylvestris* de los Montes de Valsáin se encuentran en el límite sur de la distribución global de la especie (Figura 9), además de ser poblaciones relativamente aisladas.

**El indicador RDI sugiere una vulnerabilidad alta.**

### INDICADOR 18-Cambios distribución de especies - presencia-ausencia (CDEpa)

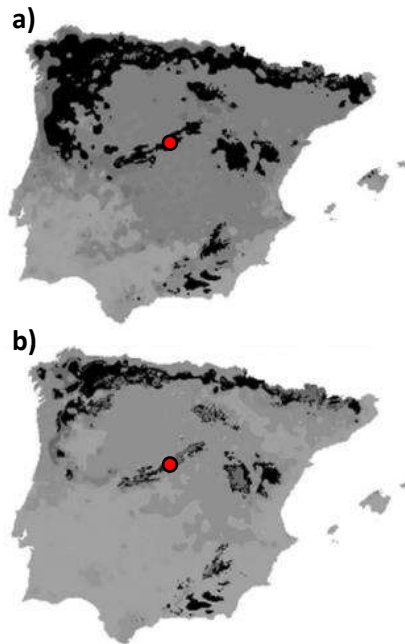


**Figura 10.** Distribución potencial de *Pinus sylvestris* en a) condiciones actuales y b) condiciones futuras de cambio climático. La barra de la derecha indica el nivel de idoneidad para la presencia de la especie en un determinado lugar, donde 0 es idoneidad nula y 1000 es muy idónea. Elaboración propia.



La distribución potencial de *Pinus sylvestris* se ve reducida drásticamente cuando el modelo es proyectado en los escenarios futuros de cambio climático (Figura 10b) con respecto a su distribución potencial actual (Figura 10a). **El indicador CDEpa sugiere una vulnerabilidad alta.**

**INDICADOR 19-Cambios distribución de especies - regiones de procedencia (CDErp)**



**Figura 11.** Distribución potencial de *Pinus sylvestris* en a) condiciones actuales y b) condiciones futuras de cambio climático. Fuente: modificado de Benito-Garzón et al., 2011.

La distribución potencial de *Pinus sylvestris* se ve reducida bajo escenarios de cambio climático (Figura 11b) en comparación con las condiciones actuales (Figura 11a). La reducción en la superficie es inferior cuando el modelo se calibra con datos procedentes de ensayos de procedencia (Figura 11) que tienen en cuenta la adaptación local y la plasticidad de la especie, en comparación con los modelos calibrados con datos de presencia-ausencia (Figura 10).

**El indicador CDErp sugiere una vulnerabilidad moderada-alta.** La vulnerabilidad es inferior en los modelos de distribución calibrados con datos de regiones de procedencias que en aquellos calibrados con datos de presencia-ausencia.

## INDICADOR 16-Gestión (GES)

El indicador GES sugiere una adaptación de la masa a través de los métodos de gestión llevados a cabo que varían para uno de los diferentes parámetros.

Parámetros de gestión	Adaptación
Método ordenación	Adaptación
Tratamiento selvícola	Adaptación alta
Turno de corta	Adaptación media-alta
Edad de regeneración	Adaptación media-alta
Estructura masa	Adaptación moderada
Tratamientos intermedios	Adaptación alta
Tratamiento biodiversidad	Adaptación alta
Medida prevención incendios	Adaptación alta
Usos no madereros	Adaptación alta
Diversidad de especies	Adaptación alta
Presencia de especies no autóctonas	Adaptación alta

**Tabla 1.** Descripción de la valoración de la adaptación de la masa en base a los diferentes parámetros de gestión para los Montes de Valsaín

## Conclusiones finales

Los Montes de Valsaín son un ejemplo de gestión forestal adaptativa, en estos montes se lleva cabo una gestión forestal modélica, certificada por FSC desde el año 2004 lo que se traduce en una gestión adecuada, con un seguimiento anual continuo y detallado, que le posibilita modificar las actuaciones de gestión, en función de las necesidades del monte en cada momento.

El sistema de indicadores de adaptación al cambio climático desarrollado pretende ser una herramienta para gestores y propietarios forestales, para que se integre de forma eficaz dentro de su sistema de gestión forestal y se pueda monitorizar de forma efectiva y rentable a lo largo del tiempo.



**BOSQUES™  
PARA TODOS  
PARA SIEMPRE**



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad

20  
AÑOS



El sistema de indicadores de gestión forestal pretende poner a disposición de los gestores forestales herramientas para poder parametrizar el comportamiento de las masas forestales antes situaciones de un clima cambiante, de cara a poder actuar de la forma más adecuada y más eficiente para paliar los efectos del clima y preservar nuestros sistemas forestales en las mejores condiciones posible.

*“Las opiniones y documentación aportadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad del autor o autores de los mismos, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de las entidades que apoyan económicamente el proyecto”*

## ANEXO I

Resumen de los indicadores identificados para la medición del grado de adaptación de masas forestales. Se indica el tipo de indicador y el grupo al que pertenecen (Troncal, T; Complementario, Co; Candidato, Ca)

Indicador	Descripción	Datos	Tipo	Referencias
1. Sequía - SPEI	No. meses SPEI < 0	Nivel monte, datos externos	De peligro, climático, T	Schwalm et al. 2017
2. Heladas tardías	No. días T.min < 0 (abril-junio)	Nivel monte, datos externos	De peligro, climático, T	Inouye 2000
3. Tormentas por viento	No. días V.viento > 100 Km/h	Nivel monte, datos externos	De peligro, climático, T	Ennos 1997, Mitchell, 2013
4. Tormentas por nieve	Volumen de cortas por temporales No. Días Kg nieve > XX Kg m <sup>-2</sup>	Nivel monte, datos externos	De peligro, climático, T	Nykänen et al. 1997 Kilpeläinen et al. 2010
5. Incendios	Frecuencia anual y área afectada	Nivel monte, datos externos	De peligro, climático, T	Moriondo et al. 2006
6. Regeneración	No. plántulas y juveniles por especie. Presencia de herbívora	Definir áreas de monte, campo	De impacto, demográfico, T	Mendoza et al. 2009, Matías & Jump 2014, Herrero & Zamora 2014
7. Resiliencia juveniles	Elongaciones en juveniles	Definir áreas de monte, campo	Vulnerabilidad, adaptación, impacto, demográfico, T	Lloret et al. 2011, Madrigal et al. 2017, Herrero & Zamora 2014
8. Crecimiento	Aumento d.a.p. o volumen	Definir áreas de monte, campo o datos externos (OM, dendrocronología)	De impacto, demográfico, T	Gómez-Aparicio et al. 2011, Andreu et al. 2007
9. Reproducción	No. frutos	Definir áreas de monte, campo	Impacto, demográfico, T	Prasas et al. 2002
10. Mortalidad	Porcentaje de individuos muertos, tamaño medio de individuos muertos	Definir áreas de monte, campo	De impacto, demográfico, alerta temprana, T	Allen et al. 2010, 2015, Carnicer et al. 2011, Ruiz-Benito et al. 2013a, Camarero et al. 2015
11. Decaimiento	% defoliación y coloración usando GLAMA app.	Definir áreas de monte, campo	De impacto, alerta temprana, T	Dobbertin 2005, Sánchez-Salguero et al. 2012, 2013 Tichý 2016
12. Ratios d.a.p, densidad, LAI, copa	Información límite del sistema forestal	Definir áreas de monte, campo	De vulnerabilidad, estructura, T	Ruiz-Benito et al. 2013 Marqués et al. 2017, Gracia et al. 2009, Ameztegui et al. 2017, Jump et al., 2017

Indicador	Descripción	Datos	Tipo	Referencias
13.Heterogeneidad clases diamétricas	CV d.a.p. = media dbh /sd	Definir áreas de monte, campo	De impacto, estructura, T	Linares et al., 2010, Lafond et al. 2014, , Gazol & Camarero 2016
14.Presencia de aves forestales	Grupos de aves forestales sensibles al cambio climáticos	Nivel Monte	De impacto, adaptación, diversidad, T	
15.Diversidad	Riqueza especies arbóreas y matorral, grupos funcionales	Nivel Monte	De adaptación, diversidad, T	Gamfledt et al. 2014, Gazol & Camarero 2016, Gazol et al. 2018
16.Gestión		Nivel Monte	Adaptación, gestión, T	Millar et al. 2007, Lechuga et al. 2017
17.Rango de distribución	Norte, centro o sur	Nivel Monte, datos externos	Vulnerabilidad, Biogeografía, T	
18.Modelos de distribución – presencia/ausencia	Probabilidad de desaparición bajo cambio climático según modelos de distribución de especies (MDE) tradicionales	Nivel especie, datos externos	Vulnerabilidad, Co	Benito-Garzón et al. 2008
19.Modelos de distribución – regiones de procedencia	Probabilidad de desaparición según MDE y regiones de procedencia	Nivel especie, datos externos	Vulnerabilidad, Co	Benito-Garzón et al. 2011, Serra-Varela et al., 2015, 2017, Sánchez-Salguero et al., 2018
20.Modelos de distribución – demografía	Probabilidad de desaparición según MDE parametrizado con crecimiento y mortalidad	Nivel especie, datos externos	Vulnerabilidad, Co	Benito-Garzón et al. 2013
21.SPOM	Vulnerabilidad de la especie al cambio climático	Nivel especie, datos externos	Vulnerabilidad, Co	García Valdés et al. 2013
22.Resiliencia	Crecimiento, regeneración, supervivencia	Nivel Monte, datos externos	De impacto, vulnerabilidad, adaptación, Co	Lloret et al. 2011, Madrigal et al. 2017, Sánchez-Salguero et al. 2013, 2017a, 2018
23.Diversidad funcional	Diversidad grupos funcionales	Nivel Monte	De vulnerabilidad, adaptación	Ruiz-benito et al. 2017, Gazol et al. 2018
24.Rasgos adaptativos	Isótopos de carbono	Nivel Monte	Vulnerabilidad, adaptación, Ca	Hoffmann & Sgrò 2011, Jump & Penuelas 2005
25.Heritabilidad y capacidad evolutiva	Medición de rasgos funcionales en ensayos de procedencia	Nivel Monte	Vulnerabilidad, adaptación, Ca	Hoffmann & Merilä 1999
26.Diversidad genética	Diversidad genética y riqueza de alelos	Nivel Monte	Vulnerabilidad, Ca	Fady, et al. 2016a, 2016b, Gazol et al. 2018, Sánchez-Salguero et al. 2018