

Bosques del futuro: biodiversidad y genotipos como base de la resiliencia

Jorge Olivar Ruiz

Universidad de Valladolid

Agresta S. Coop



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Contenido

- Efectos del cambio climático en los bosques
- Principales líneas de acción
- La gestión forestal sostenible
- Migración asistida como medida de adaptación
- Selvicultura de base ecohidrológica
- Fomento de la biodiversidad



**Cofinanciado por
la Unión Europea**



**GOBIERNO
DE ESPAÑA**



**Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

Principales efectos del cambio climático en los bosques

- Reducción de la Salud y Vitalidad de los Bosques
- Pérdida de Biomasa Forestal
- Cambios en la Composición de Especies
- Pérdida de Biodiversidad



Principales efectos del cambio climático en los bosques

- Aumento en la Emisión de Carbono
- Desertificación y Degradación del Suelo
- Alteración de los Ciclos Hidrológicos
- Impacto en los entornos rurales



Principales líneas de acción para adaptar los bosques al cambio climático

Gestión forestal sostenible:

- Uso controlado y sostenible
- Protección y conservación de los bosques



Principales líneas de acción para adaptar los bosques al cambio climático

Herramientas:

- Reforestación



Principales líneas de acción para adaptar los bosques al cambio climático

Herramientas:

- Restauración Forestal



Principales líneas de acción para adaptar los bosques al cambio climático

Herramientas:

- Planificación Forestal



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Principales líneas de acción para adaptar los bosques al cambio climático

Herramientas:

- Selvicultura Adaptativa



Principales líneas de acción para adaptar los bosques al cambio climático

Herramientas:

- Conservación de la Biodiversidad



**Cofinanciado por
la Unión Europea**



**GOBIERNO
DE ESPAÑA**



**Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

Principales líneas de acción para adaptar los bosques al cambio climático

Herramientas:

- Manejo del Fuego



Principales líneas de acción para adaptar los bosques al cambio climático

Herramientas:

- Monitoreo y Vigilancia



Principales líneas de acción para adaptar los bosques al cambio climático

Herramientas:

- Sistemas agroforestales



La migración asistida como medida de adaptación

¿En qué consiste?

- Estrategia de adaptación
- Cambio en las condiciones (clima)



La migración asistida como medida de adaptación

¿En qué consiste?

- Reubicación intencional de especies o variedades genéticas (genotipos)
- Nuevas áreas: condiciones más favorables
- Mejora de la resiliencia



La migración asistida como medida de adaptación

Tipos:

- Migración asistida de **especies**: fuera de su rango natural
- Migración asistida de **genotipos**: más resistentes a las condiciones climáticas proyectadas



La migración asistida como medida de adaptación

Implementación:

- Evaluación de las condiciones climáticas futuras: proyecciones, modelos,...
- Selección de especies o genotipos: características de adaptación relevantes



La migración asistida como medida de adaptación

Implementación:

- Pruebas de campo y plantación: especies o genotipos seleccionados
- Monitoreo y gestión a largo plazo: seguimiento continuo, supervivencia, crecimiento, efectos ecológicos,...



La migración asistida como medida de adaptación

Implementación:

- Diseño de estrategia en base a los resultados
- Ejecución: planificada, a escala regional



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

La migración asistida como medida de adaptación

Beneficios:

- Aumento de la resiliencia de los bosques: facilita la adaptación, supervivencia,...
- Preservación de la biodiversidad: evita la extinción de especies



La migración asistida como medida de adaptación

Beneficios:

- Mantenimiento de los servicios ecosistémicos: captación de carbono, protección del suelo, regulación del agua,...



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

La migración asistida como medida de adaptación

Desafíos:

- Riesgos ecológicos: las especies introducidas se conviertan en invasoras
- Incertidumbre climática: imprecisión en las proyecciones climáticas



La migración asistida como medida de adaptación

Desafíos:

- Consideraciones éticas y legales:
alteración de los ecosistemas naturales



La selvicultura de base ecohidrológica

¿En qué consiste?

- Integra principios ecológicos e hidrológicos
- Gestión sostenible de los recursos hídricos dentro del ecosistema forestal
- Interdependencia entre la vegetación y el ciclo del agua



La selvicultura de base ecohidrológica

Objetivos:

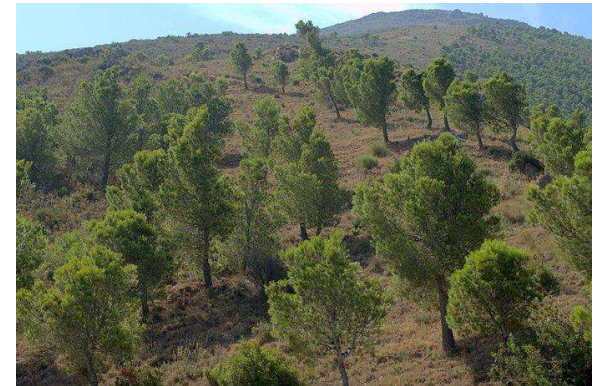
- Adaptar los bosques a las condiciones cambiantes impuestas por el cambio climático
- Asegurar que los bosques mantengan su funcionalidad ecológica y capacidad de adaptación



La silvicultura de base ecohidrológica

Objetivos:

- Optimizar el uso y la conservación del agua dentro del ecosistema



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

La selvicultura de base ecohidrológica

Principales prácticas:

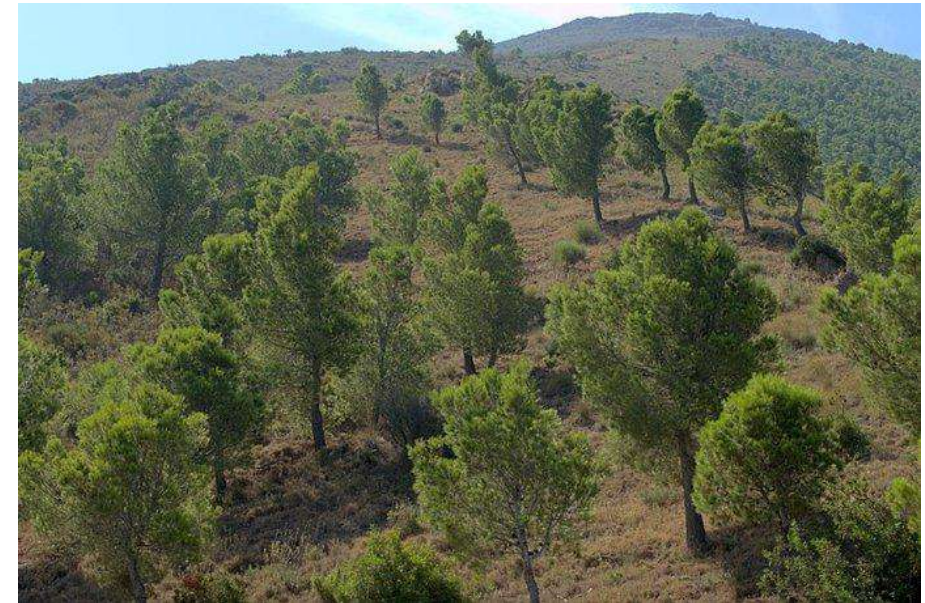
- Selección de especies resilientes: soportar estrés hídrico (sequía), contribuir a la retención de agua en el suelo



La selvicultura de base ecohidrológica

Principales prácticas:

- Gestión de la densidad del bosque:
reducir la competencia por el agua



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

La silvicultura de base ecohidrológica

Principales prácticas:

- Construcción de infraestructura verde: estructuras naturales que ayuden a capturar y retener el agua (zanjas de infiltración, terrazas, barreras vegetativas,...)



La selvicultura de base ecohidrológica

Principales prácticas:

- Restauración de bosques de ribera: proteger los cursos de agua, reducir la erosión y mejorar la calidad del agua



La silvicultura de base ecohidrológica

Beneficios:

- Aumento de la resiliencia hídrica: frente a variaciones en la disponibilidad de agua



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

La silvicultura de base ecohidrológica

Beneficios:

- Conservación del suelo: previene la erosión, manteniendo su fertilidad y capacidad para sustentar la vegetación



La silvicultura de base ecohidrológica

Beneficios:

- Regulación del microclima: mitigar efectos locales del cambio climático (aumento de temperaturas)



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

La selvicultura de base ecohidrológica

Desafíos:

- Implementación localizada: conocimiento detallado de las condiciones hidrológicas y ecológicas locales



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

La selvicultura de base ecohidrológica

Desafíos:

- Monitoreo y ajuste continuo: responder a los cambios en el clima y en el comportamiento del agua



Fomento de la biodiversidad

Diversidad específica y genética:

- Aumenta la probabilidad de contener especies o individuos resistentes o más adaptables a diferentes condiciones climáticas (sequías, plagas, ...)



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Fomento de la biodiversidad

Diversidad específica y genética:

- Si una especie (genotipo) se ve afectada, otras pueden sobrevivir y mantener la funcionalidad del ecosistema



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Fomento de la biodiversidad

Diversidad específica y genética:

- Un bosque diverso es menos vulnerable a la propagación de plagas



**Cofinanciado por
la Unión Europea**



**GOBIERNO
DE ESPAÑA**



**MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN**



**Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

Fomento de la biodiversidad

Diversidad específica y genética:

- Mayor capacidad para aprovechar y reciclar los nutrientes del suelo



**Cofinanciado por
la Unión Europea**



**GOBIERNO
DE ESPAÑA**



**Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

Fomento de la biodiversidad

Diversidad estructural:

- Presencia de árboles de diferentes edades, tamaños y morfotipos, y/o rodales de diferentes estructuras



Fomento de la biodiversidad

Diversidad estructural:

- Un bosque más complejo y resiliente (microhábitats que protegen frente al estrés hídrico, temperaturas extremas, ...)



Fomento de la biodiversidad

Diversidad estructural:

- Aumenta la probabilidad de que ciertos individuos puedan sobrevivir y mantener la funcionalidad del ecosistema



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Fomento de la biodiversidad

Diversidad estructural:

- Mejor regulación del ciclo del agua: múltiples capas reducen la velocidad del agua de lluvia que llega al suelo, disminuyendo la erosión y aumentando la infiltración



Fomento de la biodiversidad

Manejo de la espesura y los tratamientos de regeneración:

- Ajustar las prácticas de gestión de manera más flexible frente a los cambios climáticos



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Fomento de la biodiversidad

Manejo de la espesura y los tratamientos de regeneración:

Distintos objetivos:

- Transformación del rodal hacia una masa mixta de dos o más especies



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Fomento de la biodiversidad

Manejo de la espesura y los tratamientos de regeneración:

Distintos objetivos:

- Sustitución de la especie dominante: no se incrementa sustancialmente la diversidad a nivel de rodal, pero sí a escala de paisaje



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Fomento de la biodiversidad

Manejo de la espesura y los tratamientos de regeneración:

Distintos objetivos:

- Mantenimiento de la especie dominante favoreciendo la presencia accesoria de especies acompañantes



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Fomento de la biodiversidad

Factores ecológicos, biológicos y económicos a tener en cuenta:

- Características de las especies y el papel que estas pueden desempeñar



**Cofinanciado por
la Unión Europea**



**GOBIERNO
DE ESPAÑA**



**Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

Fomento de la biodiversidad

Factores ecológicos, biológicos y económicos a tener en cuenta:

- Requerimientos ecológicos de las especies y su adecuación a las características de la estación



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Fomento de la biodiversidad

Factores ecológicos, biológicos y económicos a tener en cuenta:

- Temperamento de las especies, sus necesidades lumínicas en sus diferentes fases de desarrollo



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Fomento de la biodiversidad

Factores ecológicos, biológicos y económicos a tener en cuenta:

- Disponibilidad de regeneración avanzada de otras especies en el rodal (posibles relaciones de facilitación o competencia, o los posibles riesgos biológicos)



Fomento de la biodiversidad

Factores ecológicos, biológicos y económicos a tener en cuenta:

- Coste económico de las actuaciones



**Cofinanciado por
la Unión Europea**



**GOBIERNO
DE ESPAÑA**



**MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN**



**Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

Fomento de la biodiversidad

Principales tratamientos aplicables:

- Transformar a estructuras irregulares pie a pie, por golpes o por bosquetes



**Cofinanciado por
la Unión Europea**



**GOBIERNO
DE ESPAÑA**



**MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN**



**Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

Fomento de la biodiversidad

Principales tratamientos aplicables:

- Realizar las claras, cortas de regeneración, y entresacas de manera selectiva y con intensidad variable



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Fomento de la biodiversidad

Principales tratamientos aplicables:

- Fomentar la diversificación del sotobosque
- Respetar los elementos singulares a nivel composicional y/o estructural



Fomento de la biodiversidad

Principales tratamientos aplicables:

- Gestionar el regenerado ya establecido a través de la realización de clareos y/o resalveos



**Cofinanciado por
la Unión Europea**



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Fomento de la biodiversidad

Principales tratamientos aplicables:

- Realizar plantaciones de diversificación (diversificación asistida) en forma de núcleos o focos de dispersión



Fomento de la biodiversidad

Principales tratamientos aplicables:

- Diversificar desde los estadíos más jóvenes a través de la gestión de la regeneración post-perturbación (por ejemplo, post-incendio)



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Fomento de la biodiversidad

Diversificación a escala de monte o paisaje a través de la planificación:

- Favorecer la formación de un mosaico de rodales con diferentes características de composición y estructura



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Fomento de la biodiversidad

Diversificación a escala de monte o paisaje a través de la planificación:

- Alternancia de rodales con diferentes mezclas de especies y niveles de mezcla



**Cofinanciado por
la Unión Europea**



**GOBIERNO
DE ESPAÑA**



**Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

Fomento de la biodiversidad

Diversificación a escala de monte o paisaje a través de la planificación:

- Favoreciendo a cada especie en las condiciones que le sean más favorables (compatible con el mantenimiento de rodales puros)



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Fomento de la biodiversidad

Diversificación a escala de monte o paisaje a través de la planificación:

- Alternancia de tipos estructurales:
promover la variabilidad de características estructurales en rodales de las mismas características



Fomento de la biodiversidad

Diversificación a escala de monte o paisaje a través de la planificación:

- Alternancia de rodales puros de pinar de estructura regular, con rodales de estructura semirregular, irregular por golpes o bosquetes, etc.)



Fomento de la biodiversidad

Diversificación a escala de monte o paisaje a través de la planificación:

- Heterogeneidad de tamaños y formas de los rodales: de acuerdo a los objetivos de gestión y la variación espacial de los factores ecológicos



Fomento de la biodiversidad

Diversificación a escala de monte o paisaje a través de la planificación:

- Presencia en el paisaje rodales sin intervención



**Cofinanciado por
la Unión Europea**



**GOBIERNO
DE ESPAÑA**



**MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN**



**Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural**

Fomento de la biodiversidad

Diversificación a escala de monte o paisaje a través de la planificación:

- Incrementan la heterogeneidad composicional y estructural del monte



Fomento de la biodiversidad

Diversificación a escala de monte o paisaje a través de la planificación:

- Actúan como reservorios de distintos procesos clave para la adaptación (diversidad genética, conectividad del paisaje)



Conclusiones

El **cambio climático** está comprometiendo la **estabilidad y funcionalidad** de los bosques, afectando su biodiversidad, productividad y capacidad de prestar servicios ecosistémicos



Conclusiones

La **adaptación** requiere una **gestión forestal sostenible, planificada y flexible**, apoyada en herramientas como la restauración, la silvicultura adaptativa y el seguimiento continuo



Cofinanciado por
la Unión Europea



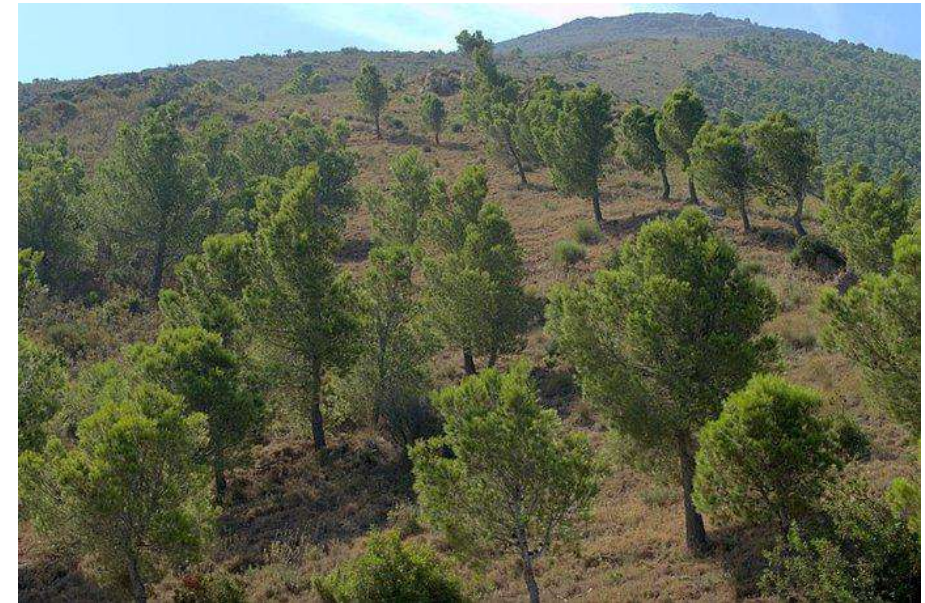
GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Conclusiones

La **migración asistida** y la **selvicultura de base ecohidrológica** son estrategias clave, especialmente ante escenarios de mayor estrés hídrico e incertidumbre climática



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Conclusiones

La **diversidad específica, genética y estructural** es la base de la **resiliencia**, tanto a escala de rodal como de paisaje, actuando como el principal seguro frente al cambio climático



Bibliografía, enlaces de interés

- [Gestión selvícola y regeneración natural ante un futuro incierto: marco teórico y principios generales](#)
- [La práctica de la silvicultura para la adaptación al cambio climático](#)
- [Cuarto webinar Red Bosques Clima: Silvicultura para la adaptación al cambio climático](#)
- [Proyecto Life Adapt-Aleppo](#)
- [Proyecto Life Soria Forest Adapt](#)
- [Proyecto Life Red Bosques Clima](#)



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Muchas gracias



**Cofinanciado por
la Unión Europea**



**GOBIERNO
DE ESPAÑA**



**MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN**



**Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural**