



2025 | **16-20**
GIJÓN | JUNIO

9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

9CFE-1994

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza





Integración de la perspectiva de adaptación al cambio climático en el programa de forestación de Castilla y León: Adaptación de los Cuadernos de Zona en la provincia de Soria.

BLÁZQUEZ-CASADO, A. (1), TRASSIERRA, A. (1), PORTO, J.C. (1), CHACEL, B. (1), VILLADA, D. (2), SANTOS, J.C. (2), HURTADO, L. (2), JOVELLAR, L.C. (2), GARCÍA, M.J. (3), BARRIO, J.M. (3), LUCAS, J.A. (3), SABIN, P. (1)

(1) Fundación Cesefor, Pol. Ind. Las Casas, Calle C, parcela 4, 42005, Soria, España.
 (2) Junta de Castilla y León. Dirección General de Patrimonio Natural y Política Forestal, C/ Rigoberto Cortejoso, 14, 47014, Valladolid, España.
 (3) Junta de Castilla y León. Servicio Territorial de Medio Ambiente de Soria, C/ Linajes, 1. 42003, Soria, España.

Resumen

En aplicación de la normativa comunitaria, estatal y autonómica para 2023-2027, Castilla y León establece las bases reguladoras de ayudas a la forestación, plantaciones de alto valor y restauración de daños en terrenos forestales. Los 35 Cuadernos de Zona, de cumplimiento obligatorio en la región, proporcionan instrucciones específicas sobre la selección de especies y su distribución por estaciones. Estas guías deben asegurar la elección de especies adaptadas a las condiciones ecológicas y climáticas locales, con el fin de crear bosques resilientes frente al cambio climático. El proyecto Life Soria ForestAdapt ha realizado dos investigaciones clave ((Allué Camacho & García, 2024) (Moreno-Amat & Olano, 2024)) que aportan información sobre el comportamiento potencial de las especies ante futuros escenarios climáticos. Estos resultados han permitido reevaluar la idoneidad de las especies principales y accesorias asignadas a cada estación. Adicionalmente, se ha definido una nueva categoría de especies orientadas a mejorar la adaptación incremental de las masas forestales resultantes. Por último, se ha revisado la idoneidad de las estaciones para validar la viabilidad en áreas con pocas posibilidades de éxito en la repoblación. Las modificaciones se aplicaron a los 4 Cuadernos de Zona de la provincia de Soria.

Palabras clave

Life Soria ForestAdapt, reforestación, restauración, plantación, creación de bosques.

1. Introducción

El origen de los Cuadernos de Zona se remonta al siglo XIX, cuando los planes de ordenación forestal y registros básicos eran las principales herramientas para la planificación y manejo de los recursos forestales. Estos documentos estaban centrados principalmente en la explotación sostenible y la conservación. Posteriormente, tras/con la entrada de España en la Unión Europea surge la necesidad de adaptarse a las nuevas exigencias comunitarias sobre biodiversidad, sostenibilidad y planificación incentivadas por la Política Agraria Común (PAC).

En 1994, la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Castilla y León puso en marcha el Programa Regional de Forestación de Tierras Agrícolas de Castilla y León, de acuerdo con el Reglamento (CEE) 2080/92 y el Real Decreto 378/93, por el que se estableció el régimen de ayudas para incentivar las inversiones forestales en explotaciones agrarias y el desarrollo y aprovechamiento de los bosques en las zonas rurales.

En este marco, la diversidad geográfica que caracteriza a la Comunidad Autónoma de Castilla y León puso de manifiesto la necesidad de disponer de una herramienta práctica que se adaptase a las necesidades concretas y específicas a



nivel local, con la menor escala posible. El desarrollo formal se consolidó en 2001 con el Plan Forestal de Castilla y León (JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN, 2001). Y, tras algunas publicaciones técnicas (JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN, 2009), en 2009 la Consejería de Medio Ambiente publicó los 35 Cuadernos de Zona específicos para la selección de especies forestales y su distribución por estaciones como una herramienta práctica en la planificación. Pero fue en 2016 cuando finalmente fueron establecidos oficialmente como herramientas de obligado cumplimiento para la planificación, registro y monitoreo de las plantaciones forestales adaptadas a la normativa vigente y dando respuesta a las necesidades del sector (JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN, 2016).

De este modo, los Cuadernos de Zona son el resultado de la evolución gradual de la gestión forestal de Castilla y León y se actualizan periódicamente para adaptarse a los requerimientos del sector en cada momento. La última actualización ha sido en 2024 en el marco de su adecuación al Plan Estratégico de la Política Agrícola Común (PEPAC) para el periodo 2023-2027 (MAPA, 2022), con el objetivo de facilitar la realización de trabajos de forestación, plantaciones forestales de alto valor y restauración de daños en terrenos forestales.

Estos cuadernos son utilizados tanto por propietarios forestales como por gestores públicos y privados, y su contenido incluye mapas, inventarios de especies, cronogramas de trabajo, y evaluaciones periódicas del estado de la plantación. Sin embargo, en el contexto actual de cambio climático, los Cuadernos de Zona se han convertido en una herramienta clave para adaptar las plantaciones forestales a las nuevas condiciones climáticas y promover bosques resilientes.

Así, en el marco del Proyecto Life Soria ForestAdapt se ha abordado la necesidad de adaptar los Cuadernos de Zona a las nuevas condiciones climáticas presentes y futuras provocadas por el cambio climático. A través del proyecto se han creado dos herramientas FITOCLIM (ALLUÉ CAMACHO Y GARCÍA, 2024) y FORESTADAPT TOOL (MORENO-AMAT Y OLANO, 2024). Para este trabajo, se ha utilizado la herramienta FITOCLIM, en la que se analizan los efectos del cambio climático sobre las principales especies forestales presentes en Castilla y León a partir de modelos matemáticos de análisis fitoclimático multivariante de ALLUÉ-ANDRADE (1990-1997) y de sus modificaciones posteriores (GARCÍA LÓPEZ Y ALLUÉ CAMACHO, 2003-2013).

Los resultados de este trabajo han permitido ajustar la idoneidad de las especies aconsejables, posibles y accesorias asignadas a cada estación en los 4 Cuadernos de Zona que cubren toda la provincia de Soria en función de las condiciones climáticas históricas y de la proyección de los modelos fitoclimáticos futuros (2041-2070) bajo dos escenarios climáticos: (1) RCP 4.5 escenario moderado en el que las emisiones alcanzan su punto máximo alrededor de 2040 y luego disminuyen y (2) RCP 8.5 escenario más pesimista, en el que las emisiones continúan aumentando a lo largo del siglo XXI.

Además, teniendo en cuenta las necesidades de adaptación de las especies, también se ha incluido la definición de una nueva categoría de especies orientadas a mejorar la adaptación incremental de las masas forestales resultantes. Por último, se ha revisado la idoneidad de las estaciones para validar la viabilidad en áreas con pocas posibilidades de éxito en la repoblación.

2. Objetivos

El objetivo general es proponer las modificaciones necesarias de los criterios técnicos para los 4 Cuadernos de Zona de la provincia de Soria para que las forestaciones y plantaciones forestales de alto valor y restauración de daños en terrenos forestales se realicen con criterios de adaptación al cambio climático. Para ello, se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Revisión y propuesta de modificación de referencias climáticas, apartado 4.1. Descripción
- Revisión y propuesta de modificación del listado de especies, apartado 5. Especies, y sus categorías asignadas (aconsejables, posibles y accesorias), apartado 6.- Descripción de estaciones.
- Propuesta de modificación del % mezcla correspondiente a las categorías de especies (aconsejables, posibles y accesorias), apartado 6.- Descripción de estaciones

3. Metodología

El área de estudio en el que se ha centrado el trabajo es la provincia de Soria, los 4 Cuadernos de Zona que la conforman: (1) Cuaderno de Zona nº 18 Demanda – Urbión, (2) Cuaderno de Zona nº 19 Soria Centro, (3) Cuaderno de Zona nº 20 Jalón y (4) Cuaderno de Zona nº 34 Sierra de Pela.

- **Referencias climáticas**

En cada uno de los Cuadernos de Zona se ha hecho una actualización de la descripción de las condiciones climáticas que caracterizan a cada estación del cuaderno. Por un lado, se ha hecho una descripción actualizada de los datos climáticos observados de precipitación (precipitación anual total) y temperatura (temperatura media anual) durante el periodo de observación (1990-2019). Por otro lado, también se han incluido referencias a las tendencias de cambio observadas entre los periodos de referencia 1950–1979 y 1990–2019 y tendencias futuras entre los periodos 1990-2019 y 2070-2100 bajo el escenario climático moderado RCP4.5 según los modelos de ALLUÉ CAMACHO Y GARCÍA, (2024) a través de la aplicación FITOCLIM (figura 1).

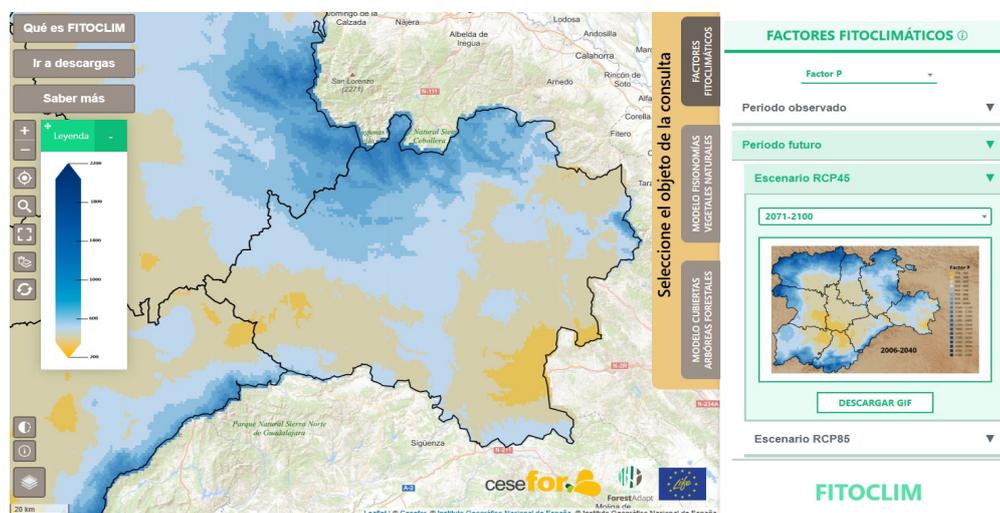


Figura 1. Herramienta FITOCLIM: Modelo de precipitación bajo el escenario RCP 4.5

para el periodo 2071-2100.

- **Especies según estaciones y categoría**

Este apartado se centra en la revisión de las principales especies arbóreas, tanto coníferas como frondosas, y su categoría asignada (aconsejables, posibles y accesorias) de acuerdo con los valores de idoneidad que ofrecen el modelo de Cobertura Arbórea Forestal (CAF) (ALLUÉ CAMACHO Y GARCÍA, 2024) en la herramienta FITOCLIM (figura 2).

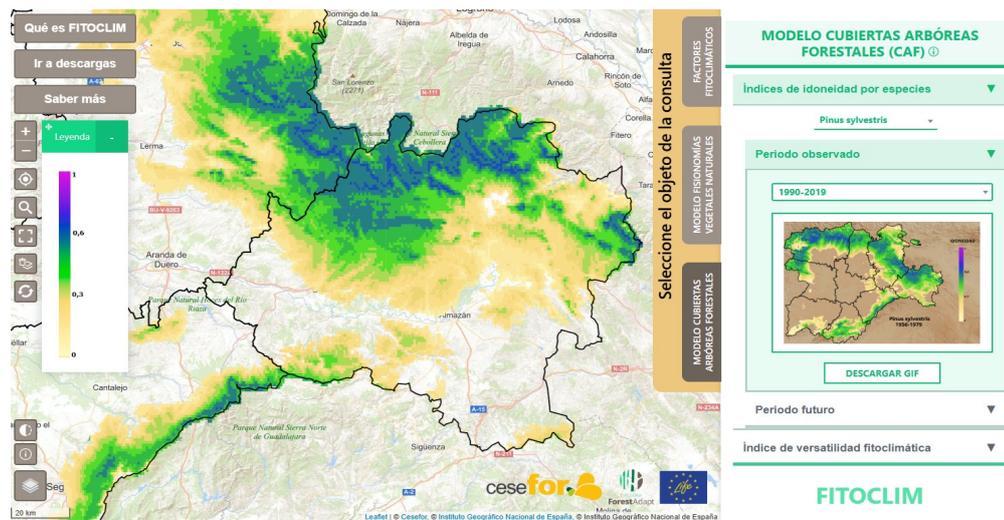


Figura 2. Herramienta FITOCLIM: Idoneidad del *Pinus sylvestris* del periodo observado.

Para la propuesta de modificación de las especies según las estaciones y categorías se ha creado una metodología basada en una clave de toma de decisiones. En primer lugar, se han creado las siguientes variables en relación con la idoneidad de los Cuadernos de Zona:

1. **Total Idoneidad (%)** porcentaje de cuadrículas FITOCLIM dentro del ámbito geográfico del Cuaderno de Zona en estudio y rango altitudinal que presentan valores numéricos de idoneidad mayores a 0 para una especie arbórea determinada para los periodos observados 1950-1979 y 1990-2019 y el periodo futuro 2041-2070 para los escenarios climáticos RCP4.5 y RCP8.5.
2. **Total Idoneidad > 0.3 (%)** porcentaje de cuadrículas FITOCLIM dentro del ámbito geográfico del Cuaderno de Zona en estudio y rango altitudinal que presentan valores numéricos de idoneidad mayores a 0,3 para una especie arbórea determinada para los periodos observados 1950-1979 y 1990-2019 y el periodo futuro 2041-2070 para los escenarios climáticos RCP4.5 y RCP8.5.
3. **Media Idoneidad:** Valor medio de idoneidad de las cuadrículas FITOCLIM dentro del ámbito geográfico del Cuaderno de Zona y rango altitudinal en



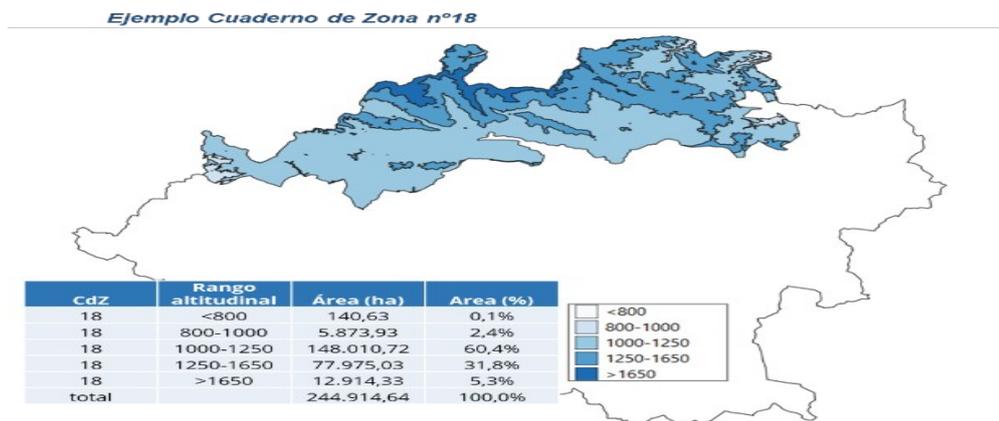
- estudio para una especie arbórea determinada para los periodos observados 1950-1979 y 1990-2019 y el periodo futuro 2041-2070 para los escenarios climáticos RCP4.5 y RCP8.5.
4. **Valor mínimo idoneidad:** Valor mínimo de idoneidad de las cuadrículas FITOCLIM dentro del ámbito geográfico del Cuaderno de Zona y rango altitudinal en estudio para una especie arbórea determinada para los periodos observados 1950-1979 y 1990-2019 y el periodo futuro 2041-2070 para los escenarios climáticos RCP4.5 y RCP8.5.
 5. **Valor máximo idoneidad:** Valor máximo de idoneidad de las cuadrículas FITOCLIM dentro del ámbito geográfico del Cuaderno de Zona y rango altitudinal en estudio para una especie arbórea determinada para los periodos observados 1950-1979 y 1990-2019 y el periodo futuro 2041-2070 para los escenarios climáticos RCP4.5 y RCP8.5.

El tratamiento de los datos se ha realizado con excell y Rstudio, se ha creado para cada uno de los Cuadernos de Zona y por especie la tendencia de la idoneidad en los periodos observados y futuros bajo los dos escenarios (figura 3).

	Vble	Espec	Incluida en 5.1 y 6	OBS_1950_1979	OBS_1990_2019	FUT_RCP45_2041_2070	FUT_RCP85_2041_2070	OBS-FUT1	OBS-FUT2	Modificación 5.1 y
18	Total Idoneidad (%)	Pin	0	0,00	0,00	0,00	0,00			
18	Total Idoneidad (%)	Psy	1	100,00	97,95	59,98	47,11			3

Figura 3. Ejemplo de preparación de los datos para el Cuaderno de Zona nº18 para el *Pinus uncinata* y *Pinus sylvestris* en un rango altitudinal de 1000 -1250 m.

Posteriormente, toda la superficie incluida dentro de cada Cuaderno de Zona se ha clasificado en función de diferentes rangos altitudinales tratando de recoger la mayor cantidad de variabilidad presente en el cuaderno (figura 4).



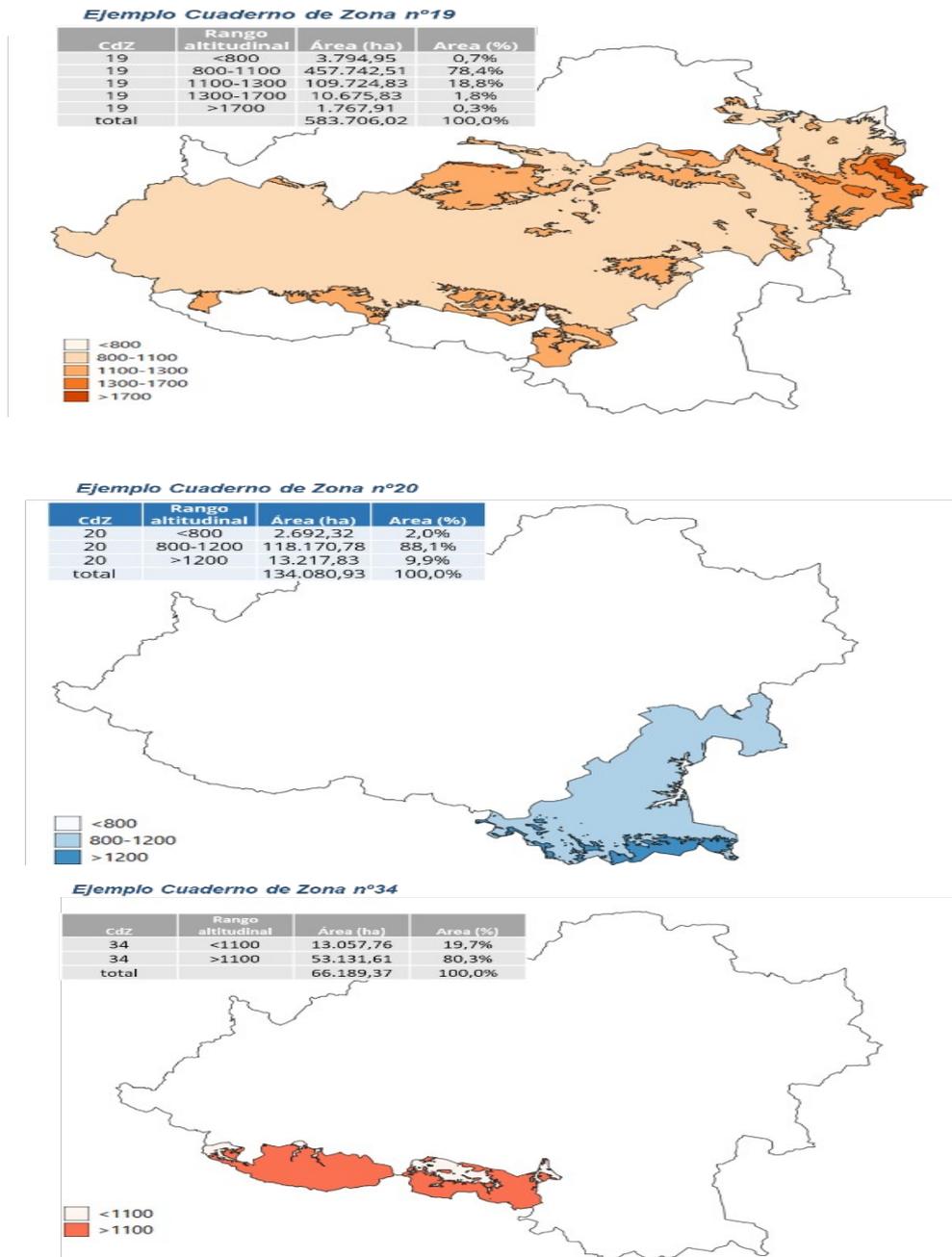


Figura 4. Superficie clasificada por rangos altitudinales en cada cuaderno de zona.

En todos los casos estudiados, las premisas fundamentales de adaptación al cambio climático que se han aplicado son tres:

1. Aumento de la diversidad de especies disponibles para la estación: aumentar el número de especies en una todas las categorías (aconsejables, posibles y accesorias).
2. Promover la adaptación incremental de la estación: proponer cambios de especies en la categoría de posibles.
3. Incentivar la adaptación transformacional de la estación: proponer cambios de especies en la categoría de aconsejables.

Por último, se ha creado la clave de toma de decisiones con el objetivo de que sea algo fácil de seguir y de adaptar a la estructura actual de los Cuadernos de Zona para realizar la revisión de las especies enmarcadas dentro de cada estación en cada cuaderno.

- **Porcentaje correspondiente a las categorías de especies**

En cada estación enmarcada en cada Cuaderno de Zona se aplica un porcentaje de mezcla de especies de cada una de las categorías definidas: aconsejable, posible y accesoria. En este apartado se han establecido unas premisas en base a criterio experto para establecer los porcentajes de participación de las especies dando prioridad a las principales especies presentes en Castilla y León, y que son las especies analizadas en la herramienta FITOCLIM.

En total se han detectado cinco casos diferentes:

1. Cuando están presentes especies recogidas en FITOCLIM en todas las categorías de aconsejables, posibles y accesorias.
2. Cuando no están presentes especies FITOCLIM en la categoría de posibles o en accesorias.
3. Cuando no están presentes especies FITOCLIM en las categorías de posibles y accesorias.
4. Cuando no aparecen especies FITOCLIM en accesorias y no se configura la plantación con especies posibles.
5. Cuando no hay especies FITOCLIM en la categoría de aconsejables y puede o no haber especies FITOCLIM en las categorías de posibles y accesorias.

4. Resultados

Referencias climáticas

Los resultados expuestos a continuación son los propuestos para cada uno de los objetivos perseguidos en los 4 Cuadernos de Zona de la provincia de Soria.

- Cuaderno de Zona nº18 Demanda-Urbión

La temperatura media anual es de 9,3 °C y la precipitación anual se sitúa en 744 mm anuales, llegando a superar los 1200 mm en las zonas más elevadas de los Picos de Urbión. Entre 1950 y 2019, se ha observado un aumento de 0,8 °C en la temperatura media anual, pasando de 8,9 °C a 9,7 °C, junto con una reducción del 5,6 % en la precipitación anual, de 778 mm a 734 mm. Para el periodo 2070-2100, bajo un escenario de cambio climático moderado (RCP-4.5), se estima un incremento adicional de 0,6 °C en la temperatura media anual, alcanzando los 10,3 °C, y una disminución del 6,2 % en la precipitación anual, de 734 mm a 690 mm.

- Cuaderno de Zona nº19 Soria Centro

El clima es típicamente continental, con inviernos largos y fríos y veranos cortos y calurosos. La temperatura media anual se cifra en 10,5 °C, y la precipitación anual se sitúa en 538 mm, superando los 1000 mm en la Sierra del Moncayo. Entre 1950 y 2019, se ha observado un aumento de 0,4 °C en la temperatura media anual, pasando de 10,5 °C a 10,9 °C, junto con una reducción del 5,5 % en la precipitación anual, de 569 mm a 538 mm. Para el periodo 2070-2100, bajo un escenario de cambio climático moderado (RCP-4.5), se estima un incremento adicional de 0,6 °C



en la temperatura media anual, alcanzando los 11,5 °C, y una disminución del 6,6 % en la precipitación anual, de 538 mm a 502 mm.

- Cuaderno de Zona nº20 Jalón

La temperatura media anual es de 11,5 °C, y la precipitación anual se sitúa en 460 mm. Entre 1950 y 2019, se ha observado un aumento de 0,2 °C en la temperatura media anual, pasando de 11,3 °C a 11,5 °C, junto con una reducción del 8,2 % en la precipitación anual, de 501 mm a 460 mm. Para el periodo 2070-2100, bajo un escenario de cambio climático moderado (RCP-4.5), se estima un incremento adicional de 0,5 °C en la temperatura media anual, alcanzando los 11,9 °C, y una disminución del 4,1 % en la precipitación anual, de 460 mm a 441 mm.

- Cuaderno de Zona nº34 Sierra de Pela

La temperatura media anual es de 10,4 °C, y la precipitación anual se sitúa en torno a los 546 mm. Entre 1950 y 2019, se ha observado un aumento de 0,1 °C en la temperatura media anual, pasando de 10,3 °C a 10,4 °C, junto con una reducción del 2,5 % en la precipitación anual, de 560 mm a 546 mm. Para el periodo 2070-2100, bajo un escenario de cambio climático moderado (RCP-45), se estima un incremento adicional de 0,8 °C en la temperatura media anual, alcanzando los 11,2 °C, y una disminución del 7,4 % en la precipitación anual, de 546 mm a 505 mm

• **Especies según estaciones y categoría**

El resultado obtenido en este caso es la clave de toma de decisiones para la modificación de cada una de las estaciones que contemplan los Cuadernos de Zona, en función de si la especie está contemplada o no en la estación del Cuaderno de Zona (figura 5 y 6).

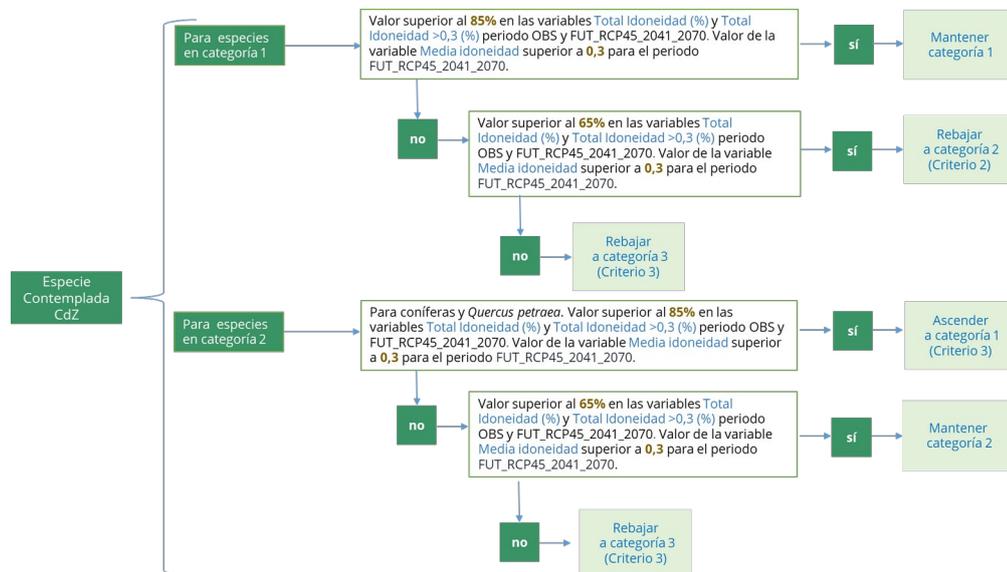


Figura 5. Clave de toma de decisiones para las especies contempladas en los Cuadernos de Zona.

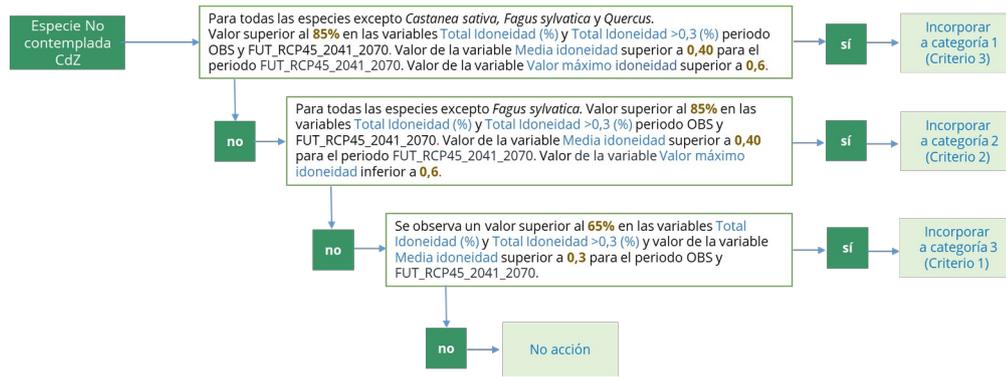


Figura 6. Clave de toma de decisiones para las especies no contempladas en los Cuadernos de Zona.

Posteriormente, se han propuesto las modificaciones oportunas de la estación en cada Cuaderno de Zona. Por ejemplo, en el Cuaderno de Zona nº18, la estación nº 1 presenta un rango altitudinal menor de/inferior a 800 m. En ella, inicialmente aparecen especies como piñonero y halepensis con categoría de aconsejables y bajo la propuesta de modificación basada en la metodología propuesta, estas dos especies se propone mantener, pero bajo la categoría de accesorias. Además, se proponen nuevas especies, como especies aconsejables nigra, pinaster y sabina en el caso de las coníferas. En el caso de las frondosas la estación propone encina como especie posible y en este caso se invita a incluir otros robles como rebollo o faginea, e incluso castaño, todas ellas con categoría de especies posibles.

• **Porcentaje correspondiente a las categorías de especies**

Las composiciones establecidas en cada uno de los casos se presentan compaginando todas las posibilidades en función de un porcentaje máximo y mínimo según muestran las tablas 1, 2, 3, 4 y 5.

En todos los casos se propone que exista un mínimo de mezcla de especies, así como un mínimo de variabilidad de coníferas y frondosas siempre que las condiciones locales lo permitan. El objetivo de esta propuesta es conseguir incrementar en la medida de lo posible la capacidad de adaptación de las nuevas plantaciones frente a posibles adversidades climáticas que puedan llegar en el futuro.

Por ejemplo, en el caso 1 podría componerse una plantación con el 50% de especies aconsejables, 40 % de posibles y 10% de accesorias.

Tabla 1: Porcentaje de mezcla posible en el caso 1, cuando en todas las categorías de especies aconsejables, posibles y accesorias están presentes especies analizadas con la herramienta FITOCLIM.

Categoría	% Mínimo	% Máximo	
1- aconsejables	SI	50	80
2- posibles	SI	10	40
3- accesorias	SI	10	10

Tabla 2: Porcentaje de mezcla posible en el caso 2, cuando no están presentes especies FITOCLIM en la categoría de posibles o en accesorias.

Categoría	Especie FITOCLIM	% Mínimo	% Máximo
1- aconsejables	SI	50	85
2- posibles	NO o SI	10	40
3- accesorias	SI o NO	5	10

Tabla 3: Porcentaje de mezcla posible en el caso 3, cuando no están presentes especies FITOCLIM en las categorías de posibles y accesorias.

Categoría	Especie FITOCLIM	% Mínimo	% Máximo
1- aconsejables	SI	70	85
2- posibles	NO	10	25
3- accesorias	NO	5	5

Tabla 4: Porcentaje de mezcla posible en el caso 1, cuando no están presentes especies FITOCLIM en accesorias y no se configura la plantación con especies posibles

Categoría	Especie FITOCLIM	% Mínimo	% Máximo
1- aconsejables	SI	75	85
2- posibles			
3- accesorias	SI	15	25

Tabla 5: Porcentaje de mezcla posible en el caso 1, cuando no hay especies FITOCLIM en la categoría de aconsejables y puede o no haber especies FITOCLIM en las categorías de posibles y accesorias.

Categoría	Especie FITOCLIM	% Mínimo	% Máximo
1- aconsejables	60		70
2- posibles		SI/NO	
3- accesorias	SI/NO	30	40

5. Discusión

La tendencia climática observada muestra un aumento de las temperaturas en todas las zonas, siendo más notable en las zonas de montaña. En el futuro, según los datos analizados en este trabajo, las temperaturas se espera que continúen aumentando de forma homogénea en todo el territorio. En cuanto a las precipitaciones, parecen comportarse igual en la mitad norte de la provincia Demanda-Urbiión y Soria Centro tanto en la evolución como en la predicción futura disminuyendo en torno al 6% y continúa con esa tendencia aproximada. Sin embargo, en Jalón la evolución de la precipitación observada ha disminuido de forma muy brusca, pero en los escenarios futuros tiende a ser más moderada hasta el 4%. Prácticamente al contrario de Sierra Pela, al suroeste, donde el descenso de la precipitación observada no ha sido tan fuerte, pero en el futuro se espera que sea mucho mayor (-7,4%). Por tanto, las variaciones climáticas parecen afectar de manera constante en todo el territorio aumentando la temperatura y disminuyendo la precipitación. Además, las tendencias serán mayores cuanto más al sur establezcamos las plantaciones. Así las nuevas plantaciones establecidas deben estar en consonancia con los valores esperados de los factores climáticos, buscando especies mejor adaptadas a las nuevas condiciones climáticas y evitando aquellas que se encuentren en sus límites climáticos, especialmente en cuanto a precipitación y temperatura.

La adaptación incremental se define como la aplicación de pequeños cambios o ajustes graduales que se realizan dentro de un sistema. Hasta el momento, los Cuadernos de Zona han ido incorporando pequeños ajustes que la experiencia de los técnicos traslada para el buen funcionamiento de las nuevas plantaciones. Por lo que podríamos decir que, de alguna forma, se está implementando una adaptación incremental dentro de las guías de referencia en las plantaciones forestales de Castilla y León. Sin embargo, en el contexto de cambio climático en el que nos vemos inmersos en la actualidad, podría ser necesario empezar a pensar en una adaptación transformacional. El análisis de los datos parece sugerir la premisa de implementar cambios más profundos, como los que se han presentado en el análisis de este trabajo. EÉstos posibles cambios pueden resultar indispensables para asegurar la adaptación de nuestras masas a los cambios que ya estamos detectando en cuanto a cambio climático se refiere. Incluso podría ser adecuado cambiar la perspectiva actual de los Cuadernos de Zona llevándolos a un contexto geográfico local. Es Eeen este caso, el apoyo de las nuevas tecnologías basadas en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección pueden resultar fundamentales para alinear al máximo el contexto teórico con las necesidades específicas de la escala geográfica local al máximo nivel tecnológico y las experiencias previas.

Por otro lado, la degradación del suelo, la emergencia de plagas, los eventos extremos de sequías, vientos o nieves, o los grandes incendios son las nuevas



emergencias climáticas a las que ya nos estamos enfrentando. La gestión forestal resulta una vez más imprescindible para minimizar los efectos de estos eventos catastróficos, y preparar nuestras masas forestales resulta necesario desde el inicio del proceso. Por ello, este análisis detecta qué especies son más vulnerables en cada una de las estaciones definidas dentro de los cuadernos de zona en base a los modelos climáticos. Además, también se sugieren posibles cambios de especies que reemplacen de estas especies vulnerables, buscando la diversificación de las masas con el objetivo de evitar grandes extensiones de monocultivos para garantizar la resiliencia y resistencia ante perturbaciones.

Finalmente, las ayudas a la forestación promovidas por la Junta de Castilla y León vienen haciendo un buen trabajo desde hace varios años. Se incentivan nuevas plantaciones tanto públicas como privadas habitualmente con el objetivo productivo y promoviendo la gestión forestal de las mismas. Por tanto, el apoyo en herramientas y análisis como éste sirve para continuar con la mejora continua del sistema adaptándose a las nuevas necesidades de la sociedad, el sector y la población local de la mano de las nuevas tecnologías.

6. Conclusiones

El cambio climático ya está afectando a los bosques de la provincia de Soria por lo que se necesita una estrategia de adaptación forestal para aumentar la gestión y por tanto la resiliencia de nuestros bosques. En este trabajo se ha presentado un análisis profundo de la evolución climática y su afectación sobre las especies forestales mediante una metodología fácilmente extensible al resto de las provincias de Castilla y León. La implementación de nuevas medidas debe enfocarse desde una perspectiva local y de la mano de las nuevas tecnologías. Y en este sentido, el apoyo institucional es fundamental para alinear las políticas forestales con las necesidades de la sociedad.

7. Agradecimientos

Este trabajo está realizado en el marco del proyecto LIFE19 CCA/ES/001181: LIFE SORIA ForestAdapt - Sustainable adaptation to climate change of forest sector management in the province of Soria con la contribución del instrumento financiero LIFE de la Unión Europea y con la colaboración de la Junta de Castilla y León, la Dirección General de Patrimonio Natural y Política Forestal. Servicio de Promoción Forestal y el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Soria.

8. Bibliografía

ALLUÉ-ANDRADE, J.L.; 1990. Atlas fitoclimático de España. Taxonomías. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid.

ALLUÉ-ANDRADE, J.L.; 1995. El cambio climático y los montes españoles. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2: 35-64.

ALLUÉ-ANDRADE, J.L.; 1997. Tres nuevos modelos para la fitoclimatología forestal: Diagnóstico, Idoneidad y Dinámica de fitoclimas. Actas I Congreso Forestal Hispano Luso, 31-40.

ALLUÉ, C.; GARCÍA, J.M.; 2024. Los bosques naturales de Castilla y León. Caracterización y potencialidades fitoclimáticas en un contexto de cambio



climático. ISBN: 978-84-128557-7-7.

GARCÍA-LÓPEZ, J.M.; ALLUÉ CAMACHO, C.; 2003. Aplicación de la teoría de la envolvente convexa a la mejora del sistema fitoclimático Allué-Andrade. *Ecología*, 17: 329-343.

GARCÍA-LÓPEZ, J.M.; ALLUÉ CAMACHO, C.; 2005a. Caracterización y potencialidades fitoclimáticas de los abetales (*Abies alba* Mill.) en la Península Ibérica. *Ecología*, 19: 11-28.

GARCÍA-LÓPEZ, J.M.; ALLUÉ CAMACHO, C.; 2005b. Caracterización y potencialidades fitoclimáticas de la sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) en la Península Ibérica. *Sistemas y Recursos Forestales*, 14(1): 98-109.

GARCÍA LÓPEZ, J.M.; ALLUÉ CAMACHO, C.; 2006a. Characterization and phytoclimatic potentialities of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Quercus robur* L. forests in Spain. *Sistemas y Recursos Forestales*, 15(3): 277-295.

GARCÍA LÓPEZ, J.M.; ALLUÉ CAMACHO, C.; 2006b. Relaciones de competencia interespecífica en sabinas albares (*Juniperus thurifera* L.) de la Península Ibérica. Una aproximación fitoclimática. *Actas III Coloquio Internacional sobre sabinas y enebrales 1: 71-78*. Soria, 24 al 26 de mayo de 2006. Junta de Castilla y León y Comunidad de Madrid

GARCÍA LÓPEZ, J.M.; ALLUÉ CAMACHO, C.; 2008a. Phytoclimatic ambits with high viability for Chesnut (*Castanea sativa* Mill.) in Spain. *Acta Hort.*, 784: 113-118.

GARCÍA LÓPEZ, J.M.; ALLUÉ CAMACHO, C.; 2008b. Estimación de la diversidad fitoclimática potencial de cubiertas arbóreas en Castilla y León. *Montes*, 94: 9-15.

GARCÍA LÓPEZ, J.M.; ALLUÉ CAMACHO, C.; 2008c. Phytoclimatic versatility and potencial diversity of natural arboreal forest cover in peninsular Spain. *Sist. Recur. For.*, 17(3): 297-307.

GARCÍA LÓPEZ, J.M.; ALLUÉ CAMACHO, C.; 2009a. CLIMATFOREST 1.0, un programa actualizado para la diagnosis fitoclimática. *Montes*, 96: 27-32.

GARCÍA LÓPEZ, J.M.; ALLUÉ CAMACHO, C.; 2009b: Posición fitoclimática del alcornocal de Bozoo. *Actas del 5º Congreso Forestal Español*. Sociedad Española de Ciencias Forestales y Junta de Castilla y León. Ávila, 21-25 de septiembre de 2009.

GARCÍA LÓPEZ, J.M.; ALLUÉ CAMACHO, C.; 2010. Effects of climate change on the distribution of *Pinus sylvestris* L. stands in Spain. A phytoclimatic approach to defining management alternatives. *Forest Systems*, 19(3): 329-339.

GARCÍA LÓPEZ, J.M.; ALLUÉ CAMACHO, C.; 2011. Modelling phytoclimatic versatility as a large scale indicator of adaptive capacity to climate change in forest ecosystems. *Ecological Modelling*, 222 (8): 1436-1447.

GARCÍA LÓPEZ, J.M., ALLUÉ CAMACHO, C., 2012. A phytoclimatic-based indicator for assessing the inherent responsiveness of the European forests to climate change. *Ecological Indicators*, 18: 73-81.

GARCÍA LÓPEZ, J.M., ALLUÉ CAMACHO, C., 2013a. Modelling future no-analogue climate distributions: A world-wide phytoclimatic niche-based survey. *Global and Planetary Change*, 101: 1-11.

GARCÍA LÓPEZ, J.M., ALLUÉ CAMACHO, C., 2013b. Phytoclimatic dynamics of Mediterranean Forests under climate change. A case study in Southern European *Pinus sylvestris* L. stand. *American Journal of Plant Sciences*. Volume 4, Number 3A



(Special issue on the future of Forests. March 2013), 655-662.

JUNTA DE CASTILLA Y LEON. 2001. Plan Forestal de Castilla y León. Valladolid: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Castilla y León. Disponible en: <https://www.jcyl.es>

JUNTA DE CASTILLA Y LEON. 2009. Cuaderno de campo: Plantaciones de frondosas en Castilla y León. Valladolid: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Castilla y León. Disponible en: <https://medioambiente.jcyl.es>. doi: 10.13140/RG.2.1.1880.9047

JUNTA DE CASTILLA Y LEON. 2016. Cuadernos de Zona para plantaciones forestales en Castilla y León. Valladolid: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Castilla y León. Disponible en: <https://medioambiente.jcyl.es>

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (MAPA). 2022. Plan Estratégico de la Política Agrícola Común (PEPAC) 2023-2027. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es>