

Informe A.5.3 SEGUIMIENTO DE LAS ACCIONES DE CARACTERIZACIÓN DE BOSQUES Y DE REDACCIÓN DE PLANES DE FOMENTO DE LA BIOECONOMÍA





Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU





Índice

1. INTRODUCCIÓN	4
2. CREACIÓN DE UNA HERRAMIENTA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS MONTES Y DE SUS RECURSOS	5
2.1 METODOLOGÍA GENERAL	3
Ventajas y limitaciones del enfoque	5
2.2 APLICACIÓN DEL ANÁLISIS MULTICRITERIO EN CADA ACTIVIDAD DE BIOECONOMÍA	7
Potencial para la producción de madera y leña y biomasa	7
Potencial para la producción de madera y leña y biomasa	14
Potencial apícola.....	18
Truficultura	28
Micología.....	37
3. CONFECCIÓN DE PLANES DE FOMENTO DE LA BIOECONOMÍA EN MONTES EN ESTADO DE ABANDONO	62
3.1 NÚMERO DE PLANES POR PROVINCIA Y TIPOLOGÍA	65
3.2 ANÁLISIS DE LOS RECURSOS CARACTERIZADOS	66
3.2.1 RECURSO TOTAL, RECURSO MEDIO POR PLAN Y RECURSO POR HECTÁREA.....	66
3.2.2 EVALUACIÓN DEL ESFUERZO DE CARACTERIZACIÓN	67

4. SEGUIMIENTO DE LAS ACCIONES DE CARACTERIZACIÓN DE BOSQUES Y REDACCIÓN DE PLANES DE FOMENTO DE LA BIOECONOMÍA 68

4.1	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS	68
4.2	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS NUMÉRICOS Y ESPACIALES.....	69
	Madera - biomasa.....	69
	Apicultura	72
	Pastos.....	74

5. CONCLUSIONES76

1. Introducción

La **Acción 5 (A5): “Confección de planes de fomento de la bioeconomía en montes en estado de abandono”**, coordinada por el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) y desarrollada en colaboración con ASFOSO, FGN y CUENCA, se enmarca en el Objetivo Específico OE.3 del proyecto, orientado a impulsar la bioeconomía en espacios forestales abandonados como vía para su recuperación ambiental, social y económica.

Esta acción ha tenido como finalidad principal diseñar y poner en marcha herramientas y planes que permitan activar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables presentes en montes privados en estado de abandono, garantizando al mismo tiempo su conservación y la optimización de los servicios ecosistémicos.

Asimismo, la acción persigue generar un modelo metodológico replicable que facilite su escalabilidad a otras regiones una vez finalizado el proyecto.

Para ello, la Acción 5 se ha estructurado en tres subacciones complementarias:

- **A5.1**, centrada en la creación y adaptación de una herramienta digital para la caracterización de montes y apoyo a la toma de decisiones en la gestión forestal, incorporando nuevos parámetros biofísicos y algoritmos específicos para el ámbito forestal y la bioeconomía.
- **A5.2**, orientada a la dinamización de propietarios y a la confección de planes de aprovechamiento sostenible en montes de las provincias de Teruel, Soria y Cuenca, con especial atención a espacios integrados en la Red Natura 2000, contemplando tanto recursos maderables como no maderables.
- **A5.3**, cuyo objeto es analizar la eficiencia de los procesos desarrollados en las fases anteriores, evaluando los resultados alcanzados en la caracterización de montes y en la redacción de planes de fomento de la bioeconomía, e identificando factores facilitadores y limitantes en cada territorio.

El presente informe constituye el resultado de la Subacción A5.3 y tiene como propósito recoger de forma sistemática las actuaciones desarrolladas en el marco de la Acción 5, valorar su grado de cumplimiento y eficiencia, y extraer conclusiones y recomendaciones que permitan mejorar y escalar el modelo de intervención en futuros proyectos y en otras regiones con características similares.

2. Creación de una herramienta para la caracterización de los montes y de sus recursos

El objetivo principal de la subacción A.5.1 consiste en el desarrollo de una herramienta que facilite a los propietarios forestales la toma de decisiones sobre la gestión de sus montes.

Como antecedente principal destaca la herramienta digital de libre acceso RegATeA-Plan, desarrollada por el CITA en el marco del proyecto RegATeA. Esta aplicación apoya la toma de decisiones en fincas agrícolas de regadío tradicional abandonadas, a partir del cruce de su ubicación con diferentes fuentes de información (climática, edáfica, distancia a núcleos urbanos, periodos de retorno de inundaciones, entre otras) para recomendar alternativas medioambientales, recreativas o productivas adaptadas a cada caso.

En el proyecto RECONNECTA se ha adaptado y ampliado esta metodología para la caracterización de parcelas rústicas, con especial atención a las de carácter forestal. En este contexto, cobran especial relevancia variables como la pendiente, la orientación, la vegetación actual y circundante, la proximidad a parcelas agrícolas, la disponibilidad de agua, etc. El trabajo ha incluido la adecuación de bases de datos y el diseño de nuevos parámetros y algoritmos capaces de evaluar distintas opciones de uso y gestión, integrando indicadores de conservación y optimización de los servicios ecosistémicos. El propósito final es impulsar la bioeconomía en los espacios forestales.

Conviene señalar que, aunque la mayoría de las actividades de bioeconomía analizadas en el proyecto se orientan principalmente a parcelas forestales (producción de madera, biomasa, micología, etc.), también se han considerado las parcelas agrícolas. En determinados casos, como la implantación de nuevas plantaciones truferas, las parcelas agrícolas ofrecen condiciones más adecuadas desde el punto de vista técnico y operativo.

2.1 METODOLOGÍA GENERAL

La metodología empleada para alcanzar los objetivos de esta subacción se basa en la aplicación de un **análisis multicriterio**, una técnica que permite modelizar la idoneidad del territorio en función de distintos parámetros relevantes. Estos parámetros se combinan y ponderan de manera que los resultados reflejen de la forma más coherente posible la realidad.

Aplicando este enfoque, se llevaron a cabo análisis de potencialidad para un conjunto de actividades de bioeconomía consideradas especialmente relevantes por su tradición e impacto en las provincias de Cuenca, Soria y Teruel:

- Producción de madera
- Producción de leña y biomasa
- Potencial pascícola
- Apicultura
- Truficultura
- Micología (incluyendo especies silvestres de interés como *Amanita caesarea*, *Boletus edulis*, *Lactarius deliciosus*, *Hygrophorus eburneus*, *Pleurotus eryngii*, *Calocybe gambosa* y *Tuber melanosporum*)

Para cada bioactividad, el territorio fue caracterizado a partir de criterios específicos definidos a través de la revisión bibliográfica, consultas a expertos y experiencias previas. Algunos de estos criterios resultan comunes a varias actividades, mientras que otros son propios de actividades concretas.

La clasificación del territorio se realizó mediante una escala de **0 a 3**:

- **0**: ubicación descartable para la actividad (por ejemplo, suelos inadecuados para trufa o ausencia de masas forestales para madera).
- **1-3**: niveles crecientes de idoneidad, siendo **3** el valor de máxima adecuación.

La combinación de estos criterios, ponderados en función de la bibliografía y de la opinión experta, permitió generar **mapas de potencial** para cada actividad.

Posteriormente, los resultados se reagrupaban en **cuatro categorías de idoneidad**:

- Potencial más alto
- Potencial medio
- Potencial más bajo
- Áreas descartadas

Estas categorías permiten comparar de forma sencilla diferentes zonas del territorio y determinar cuáles resultan más adecuadas para cada bioactividad.

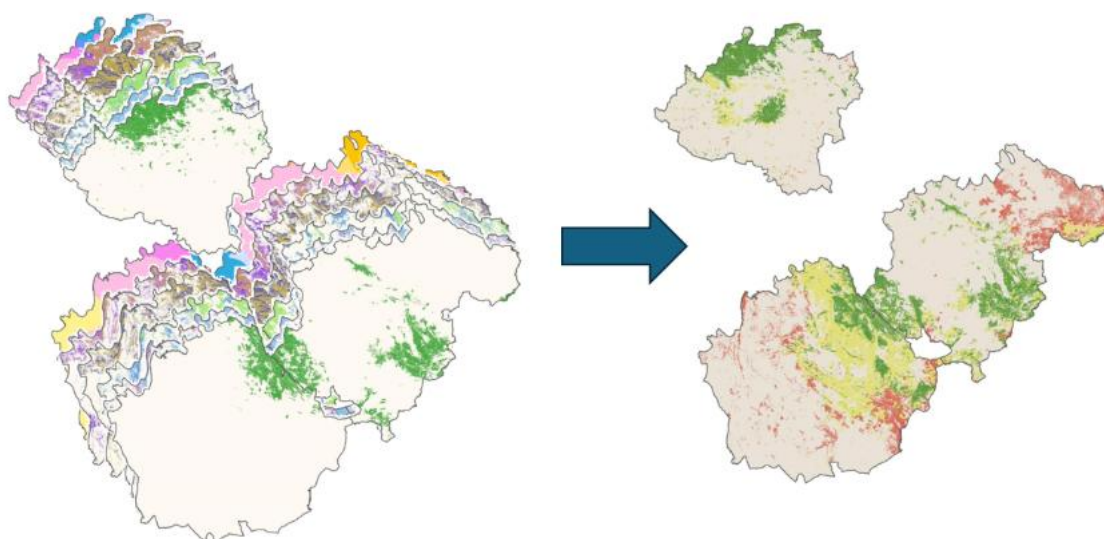


Figura 1. Ejemplo de la combinación de criterios para la elaboración de un mapa de potencialidad.

Con el fin de apoyar la toma de decisiones a nivel local, toda la información generada fue trasladada a la **unidad de parcela rústica**, calculando para cada una la superficie y el porcentaje correspondiente a cada categoría de potencial.

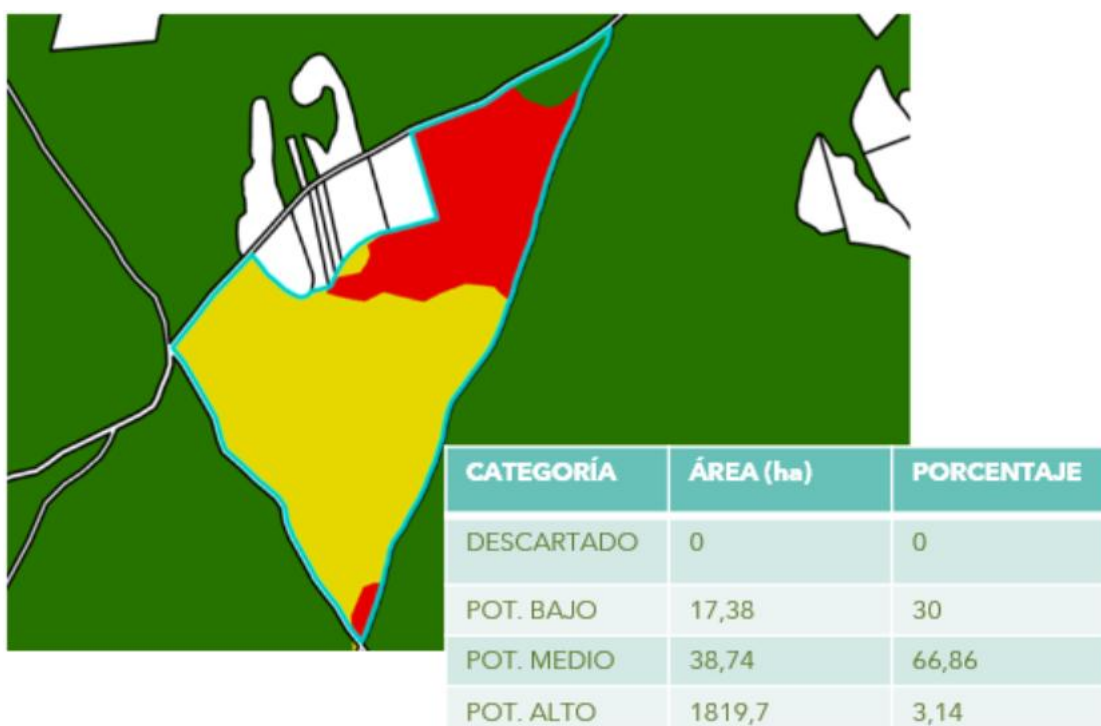


Figura 2. Ejemplo del potencial desglosado por categorías de potencial de producción de madera para una parcela forestal.

Ventajas y limitaciones del enfoque

Una vez trasladados los resultados al nivel de parcela, el modelo ofrece información práctica y directamente utilizable para orientar al propietario en la toma de decisiones sobre usos y aprovechamientos. Más allá de esta aplicabilidad inmediata, conviene detenerse en las principales **ventajas** y **limitaciones** del análisis multicriterio empleado.

Ventajas

- **Replicabilidad en otros territorios:** La estructura metodológica es fácilmente transferible a distintos contextos geográficos, siempre que se disponga de la información necesaria. Esto significa que el esfuerzo realizado en la definición de criterios para el área piloto (Cuenca, Soria y Teruel) puede servir como referencia para cualquier territorio interesado en impulsar la bioeconomía. Con una mínima adaptación de los parámetros de entrada, el análisis puede replicarse en otros ámbitos, favoreciendo la estandarización de criterios y facilitando la comparación de resultados entre regiones.
- **Apoyo a la planificación:** facilita la priorización de zonas y la identificación de áreas con mayor o menor potencial para cada actividad de bioeconomía y ofrece a propietarios y gestores una herramienta accesible para orientar sus decisiones con base en información territorial objetiva.
- **Integración de información diversa:** permite combinar criterios de distinta naturaleza (ambientales, productivos, de accesibilidad, etc.) en un único marco de análisis.
- **Resultados comparables y claros:** transforma datos complejos en categorías fácilmente interpretables y representadas cartográficamente.
- **Flexibilidad metodológica:** se adapta a diferentes bioactividades, tanto forestales como agrícolas.

Limitaciones

- **Dependencia de la calidad de los datos:** la resolución y actualización de la información condicionan la precisión de los resultados.
- **Simplificación de la realidad:** los mapas reflejan potencialidad, pero no sustituyen la observación directa ni el trabajo de campo.
- **Subjetividad en la ponderación:** el peso otorgado a cada criterio se basa en bibliografía y opinión experta, lo que introduce cierto grado de variabilidad.
- **Escala de análisis:** los resultados son adecuados a nivel territorial, pero no siempre extrapolables al detalle de una parcela concreta.

De esta forma, es importante recalcar que el análisis debe entenderse como una **herramienta de apoyo a la planificación**, no como un diagnóstico definitivo. Para la toma de decisiones finales resulta imprescindible complementar esta información con

datos más detallados, incorporar variables adicionales que capten mejor la complejidad del territorio y trabajar con resoluciones espaciales de mayor precisión.

No obstante, en su conjunto, el análisis multicriterio se presenta como una herramienta **robusta, versátil y especialmente valiosa por su capacidad de replicación en otros territorios**. Este carácter transferible la convierte en un instrumento estratégico no solo para orientar decisiones locales, sino también para avanzar hacia metodologías homogéneas de planificación de la bioeconomía a escalas territoriales mayores.

2.2 Aplicación del análisis multicriterio en cada actividad de bioeconomía

Tras la explicación de la metodología general, resulta necesario detallar cómo se ha aplicado el análisis multicriterio en cada una de las actividades de bioeconomía estudiadas. Cada bioactividad presenta características propias, lo que ha requerido definir criterios específicos, establecer ponderaciones diferenciadas y adaptar la interpretación de los resultados.

En los apartados siguientes se describe, de manera individual, la metodología empleada en cada caso: desde la selección de criterios y su justificación hasta la forma en que fueron combinados y clasificados para generar los mapas de potencialidad. Esta estructura permite comprender mejor las particularidades de cada actividad y facilita la comparación entre ellas.

Potencial para la producción de madera y leña y biomasa

Se elaboraron dos mapas de potencialidad diferenciados: uno para **recursos madereros** y otro para **recursos de leña y biomasa**. Ambos comparten una metodología común, aunque difieren en las especies consideradas y en el estado de desarrollo de las masas forestales evaluadas.

La **presencia de especies productoras** constituye el criterio de partida, determinado a partir del *Mapa Forestal de España*.

Para **madera** se seleccionaron *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus pinaster* y *Pinus halepensis*, debido a su relevancia en la zona de estudio y a su aprovechamiento habitual. En la provincia de Soria se incluyó además *Fagus sylvatica*, dada su presencia significativa y su interés productivo. Únicamente se valoraron masas en estado de **fustal** (diámetro normal > 20 cm), representativas de una aptitud adecuada para madera de calidad comercial.

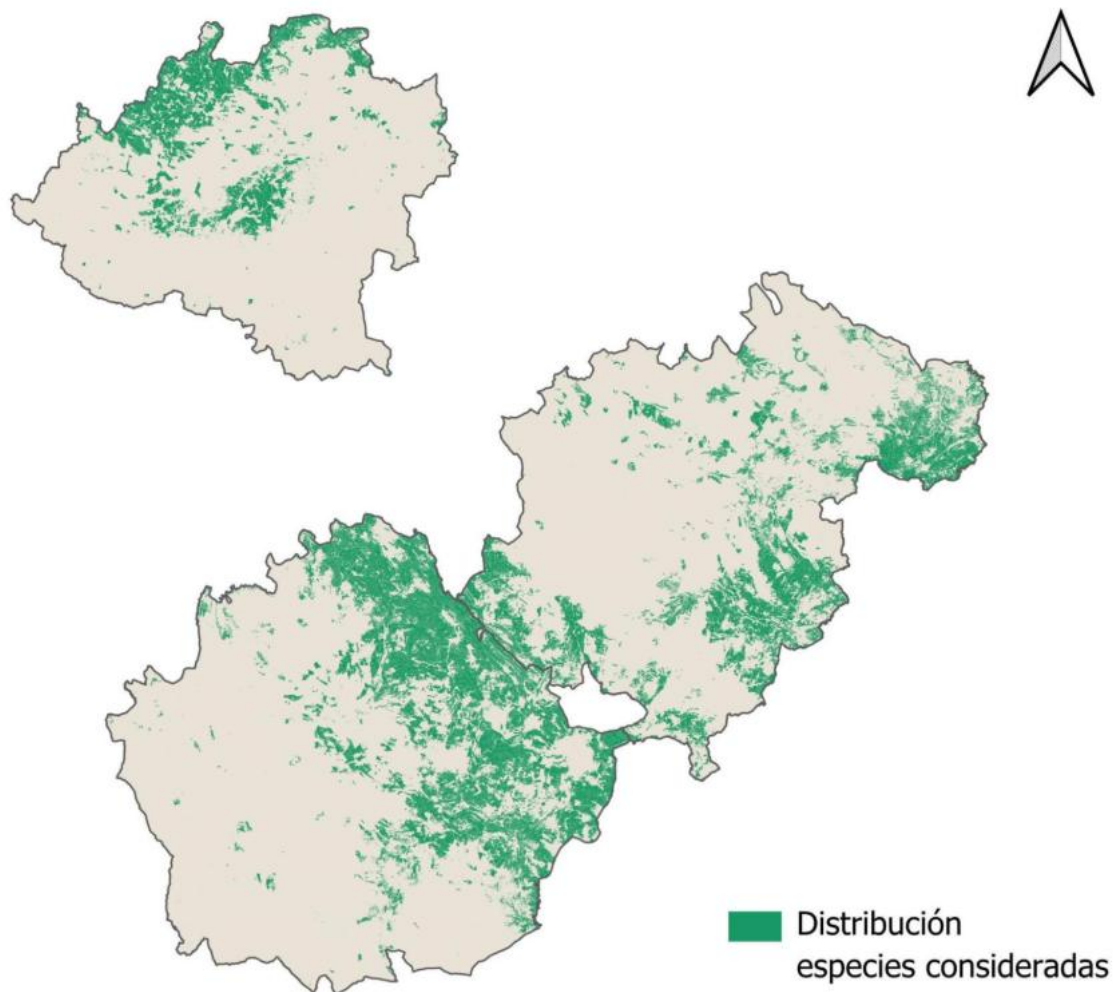


Figura 3: Distribución de *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus pinaster*, *Pinus halepensis* y *Fagus sylvatica* con más del 40% de Fracción de Cobertura Arbórea.

Para **biomasa y leña**, además de las especies anteriores, se incorporaron *Quercus ilex*, *Quercus faginea* y *Quercus pyrenaica*, relevantes como recurso energético. En este caso se incluyeron tanto masas de fustal como de **latizal** (diámetro normal igual o inferior 20 cm a 1,30 m de altura).

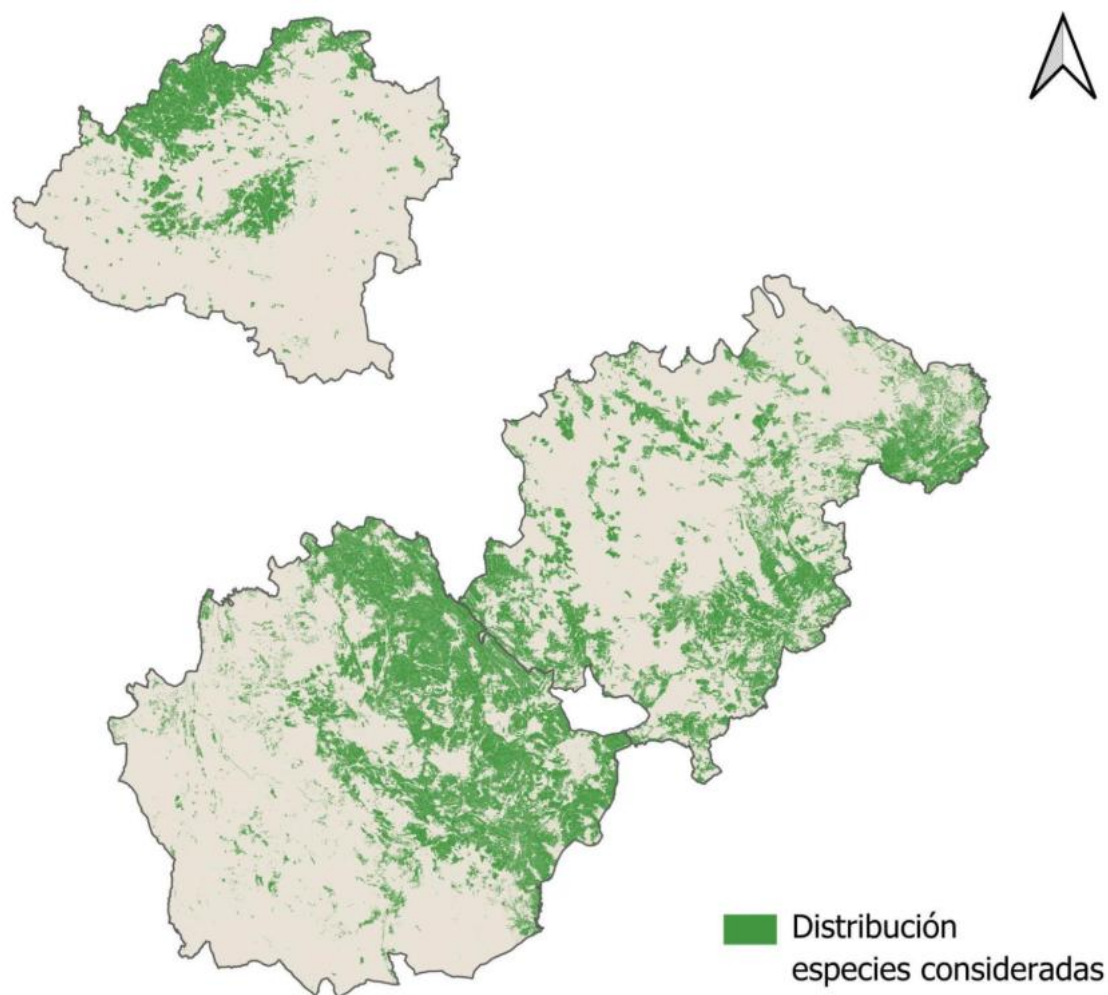


Figura 4. Distribución de las especies de Pinus, Fagus y Quercus consideradas con más del 40% de Fracción de Cabida Cubierta Arbórea.

La **Fracción de Cabida Cubierta Arbórea** mínima se ha marcado en un 40%, que es el límite que establece la FAO como bosque cerrado y viable, y con una ocupación mínima por especie del 30%, ya que:

- Por debajo del 30 %, los volúmenes por especie suelen ser demasiado bajos para justificar un aprovechamiento individual.
- Los costes de extracción no se compensan con la baja proporción si no hay mezcla económicamente viable.
- Aumenta la complejidad logística (dispersión de individuos, mezcla con otras especies, dificultad de selección).

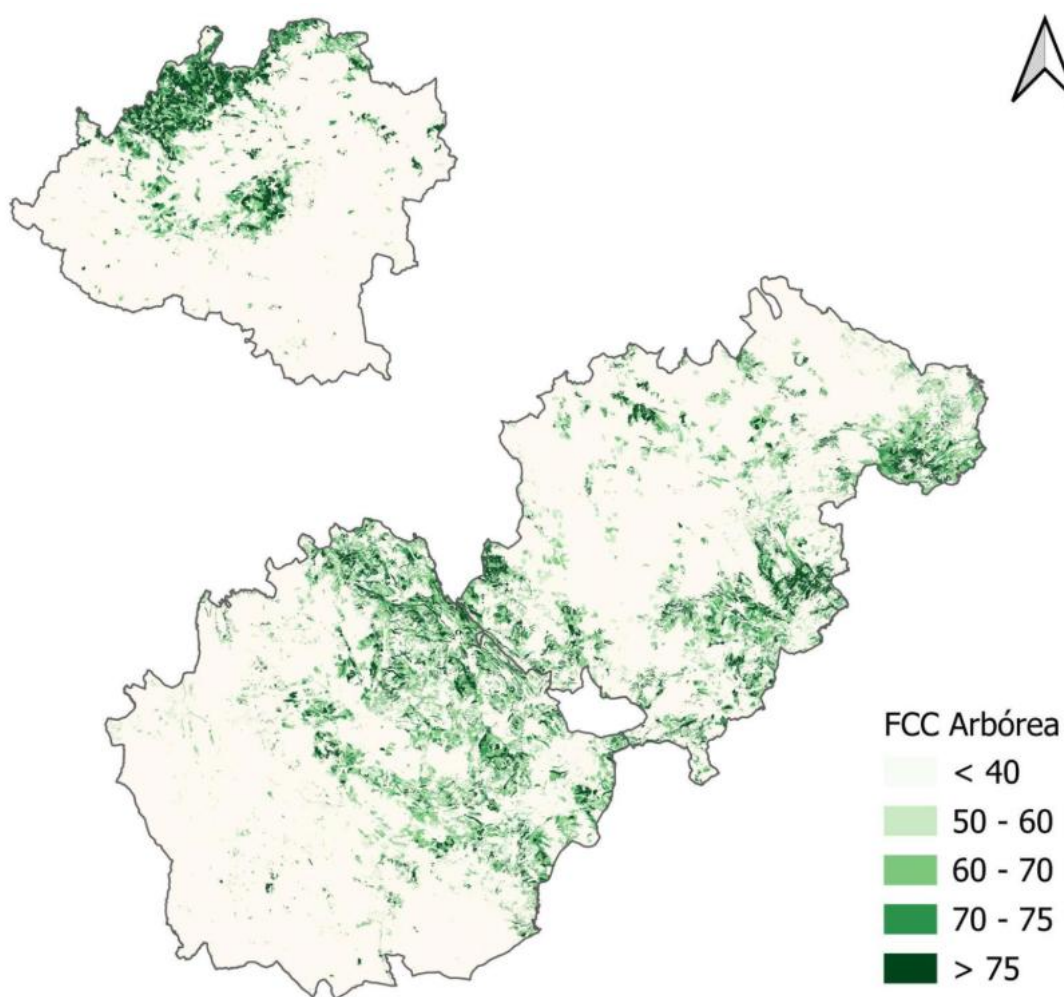


Figura 5. Fracción de Cobertura Cubierta Arbórea en los bosques seleccionados.

El **tamaño de la masa forestal dentro de cada parcela** se consideró determinante para la viabilidad económica. Se fijó un umbral mínimo de **5 hectáreas**, siguiendo la definición de minifundio del informe de la Unión Europea *"Prospects for the market supply of wood and other forest products from areas with fragmented forest-ownership structures"*. Dicho documento señala que una excesiva fragmentación (< 5 ha) limita la sostenibilidad técnica de la gestión forestal, reduce el acceso a mercados, impide alcanzar economías de escala y encarece la logística de extracción.

Se incorporó asimismo el **Mapa de Productividad Potencial Forestal** del MITECO, que integra variables climáticas y litológico/edáficas para estimar la aptitud productiva de cada terreno.

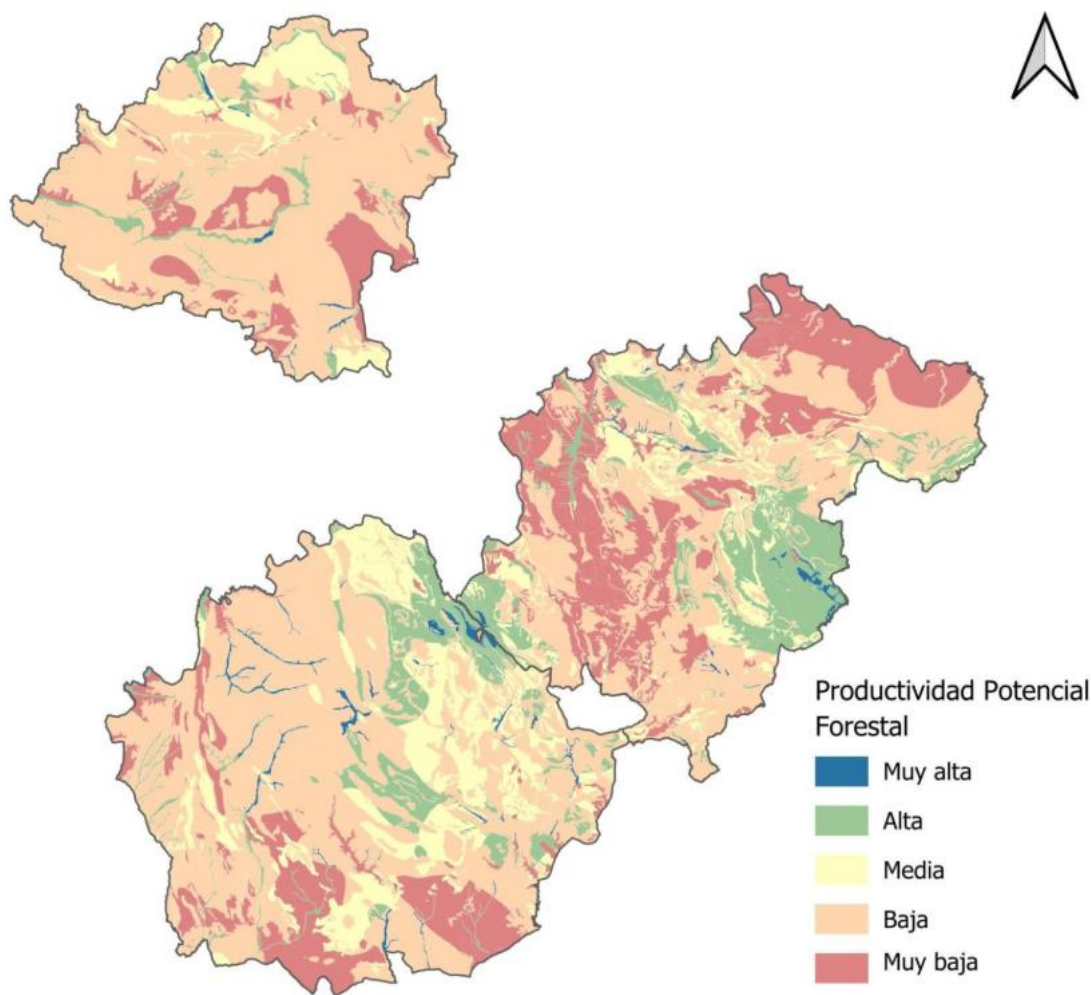


Figura 6. Productividad Potencial Forestal

Como **factores limitantes** de carácter físico y operativo se añadieron la **pendiente** y el **acceso a pistas forestales**.

La **pendiente** se ha incluido como variable condicionante, ya que diversos estudios, como el de **Lagerev, A., Lagerev, I. A., & Makulina, A. V. (2024). *Measuring slope of forestry machines on steep terrain***, establecen un límite operativo del **30 %** para la actuación de maquinaria forestal pesada, como tractores remolcadores. Las clases de pendiente utilizadas en el estudio se han definido siguiendo la **clasificación de la FAO**.

En cuanto al **acceso a pistas forestales**, se ha tomado como umbral una distancia máxima de **500 metros**, de acuerdo con lo establecido por la **Ley 15/2006, de 28 de diciembre, de Montes de Aragón**, que permite la apertura de pistas sin necesidad de comunicación previa dentro de ese margen. Aunque las legislaciones de **Castilla y León** y **Castilla-La Mancha** no recogen limitaciones equivalentes, se ha optado por aplicar

este criterio también en las provincias de **Soria y Cuenca**, al considerarse una distancia representativa y razonable desde el punto de vista técnico y logístico.

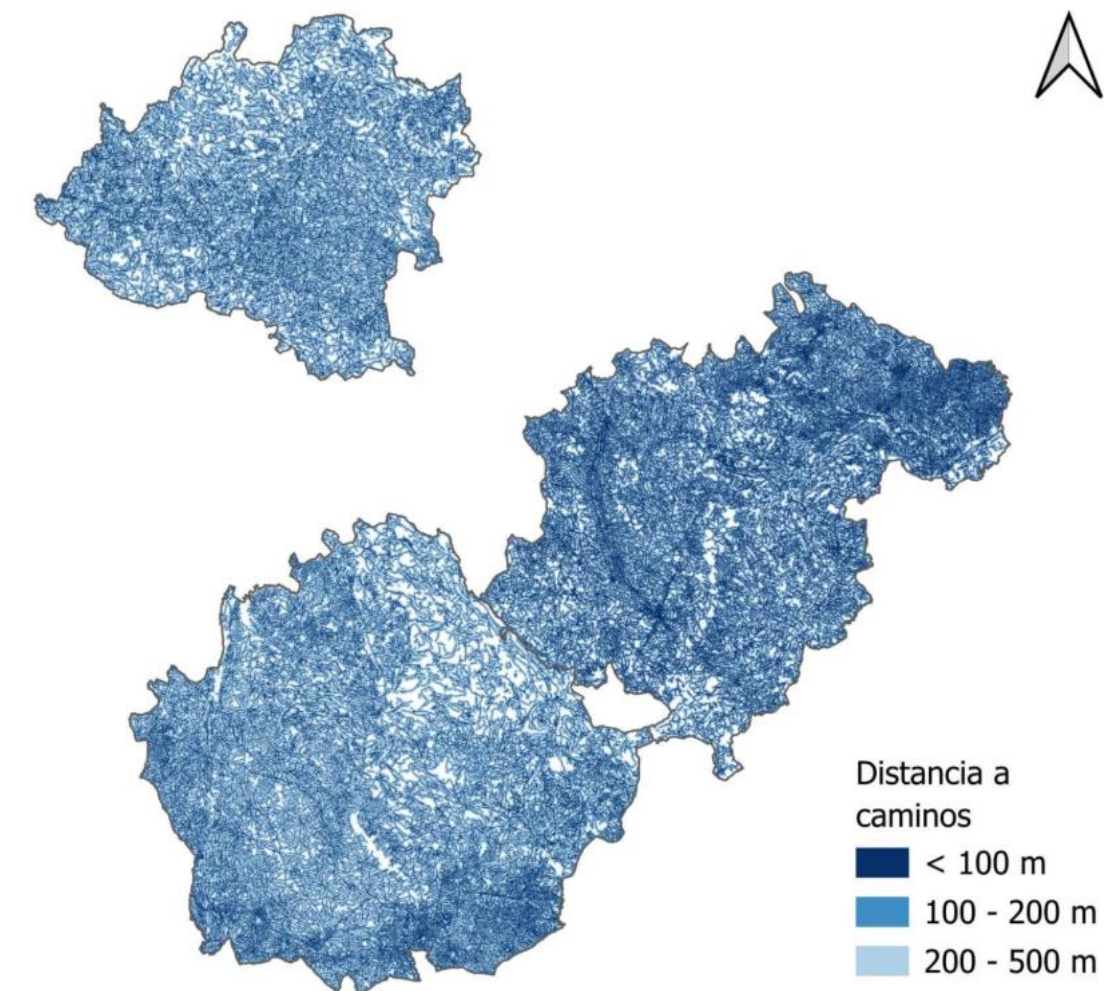


Figura 7. Acceso a pistas

COMBINACIÓN DE CRITERIOS Y RESULTADOS

En la **ponderación de criterios**, se ha asignado un **peso más elevado** a la **Fracción de Cabida Cubierta** y a la **Productividad Potencial Forestal**, por ser los factores más directamente relacionados con la **presencia, disponibilidad y continuidad del recurso**. Por el contrario, se ha otorgado un **peso menor** a la **proximidad a pistas forestales**, al tratarse de un elemento **susceptible de mejora mediante intervenciones de infraestructura**.

Tabla 1. Criterios y ponderaciones empleados en el análisis de madera y biomasa

FRACCIÓN CABIDA CUBIERTA ARBÓREA	0,3
< 40%	DESCARTADO
40 - 60%	1
60 - 80%	2
80 - 100%	3
ÁREA DE LA MASA ARBÓREA EN LA PARCELA	0,2
< 5 ha	DESCARTADO
5 -10 ha	1
10 - 50 ha	2
> 50 ha	3
MAPA DE PRODUCTIVIDAD POTENCIAL FORESTAL	0,25
0 - 7	3
7 - 10	2
10 - 14	1
PENDIENTE	0,2
0 - 13 %	3
13 - 30 %	2
> 30%	1
ACCESO A PISTAS	0,05
< 100	3
100 - 200	2
200 - 500	1

En conjunto, la combinación de estos factores permitió generar mapas de potencialidad diferenciados para madera y para biomasa/leña, reflejando no solo la disponibilidad natural del recurso, sino también las condiciones técnicas y logísticas que influyen en la viabilidad de su aprovechamiento.

Potencial para la producción de madera y leña y biomasa

La **ganadería extensiva** depende directamente de la **disponibilidad** y **calidad** de la **vegetación** herbácea, que constituye la base de la alimentación del ganado. Por ello, **identificar** y **evaluar** las **áreas de pastos** resulta clave para optimizar el uso de los **recursos naturales** y garantizar la sostenibilidad de la **producción animal**.

En una primera fase se seleccionaron las áreas susceptibles de albergar **pastos aprovechables**, combinando información procedente del **SIGPAC** y del **Mapa Forestal de España (MFE)**.

En el **SIGPAC** se incluyeron los recintos clasificados como **PA, PS, PR y MT**. En Cuenca y Soria también se consideró la categoría **FO**, aunque las zonas de bosque denso fueron descartadas posteriormente mediante la corrección con el valor de la Fracción de Cobertura Herbácea (FCC) herbácea. Asimismo, se eliminaron pequeños recintos sin relevancia productiva (ribazos) salvo cuando eran adyacentes a superficies mayores. Del **MFE** se incorporaron las coberturas de interés pascícola: herbazales, pastizales, mosaicos con arbolado o matorral, y mezclas de pastizal con suelos desnudos.

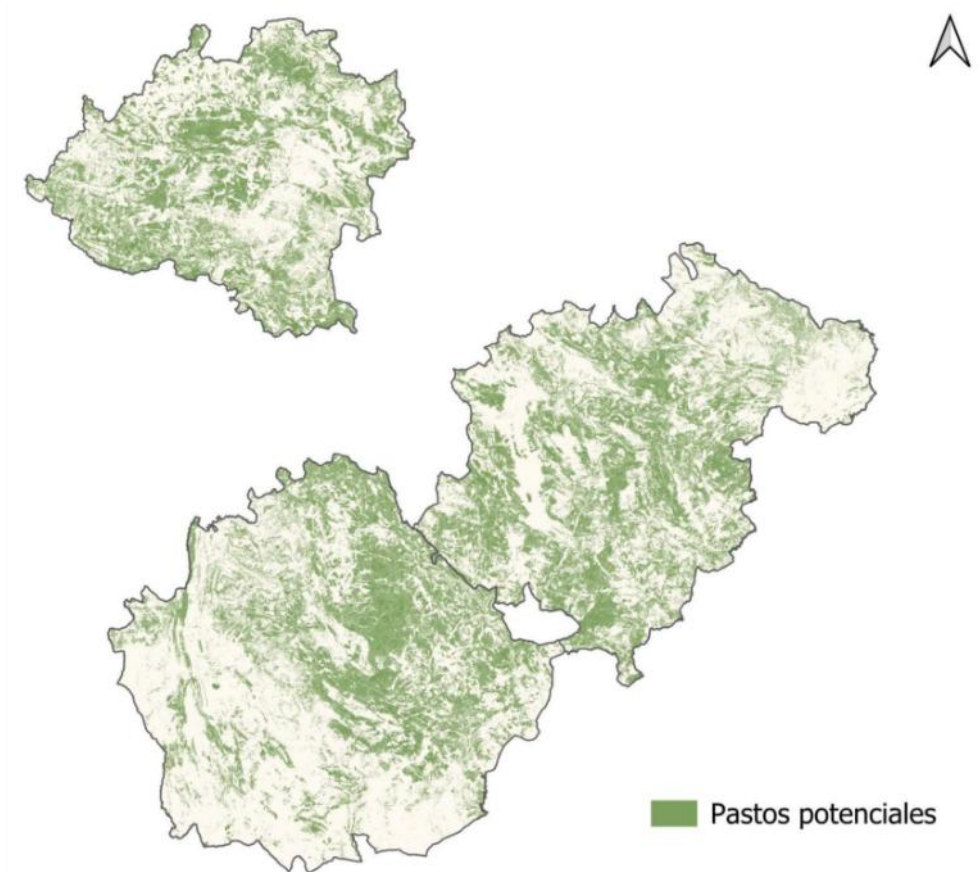


Figura 8: Distribución de los pastos potenciales según datos del MFE y del SIGPAC corregidos.

La **Fracción de Cabida Cubierta (FCC) herbácea** se empleó como criterio principal, al reflejar la proporción de vegetación herbácea frente a arbolado, matorral o suelo desnudo. Aunque la FCC no mide directamente la densidad o calidad del pasto dentro de estas áreas, proporciona un indicador fundamental de la disponibilidad espacial de vegetación herbácea aprovechable para el ganado. Para complementar esta información, se toma como referencia la clasificación internacional de la **FAO sobre cobertura vegetal**, que categoriza la densidad de herbáceas en alta (> 60 %), media (30-60 %), baja (15-30 %) y muy baja (< 15 %), evaluando así la calidad potencial del pasto en su momento de máximo desarrollo.

Tabla 2. Clasificación de la FCC Herbácea

FCC herbácea	VALOR
> 60%	3
30 - 60%	2
15 - 30%	1
< 15 %	DESCARTADO

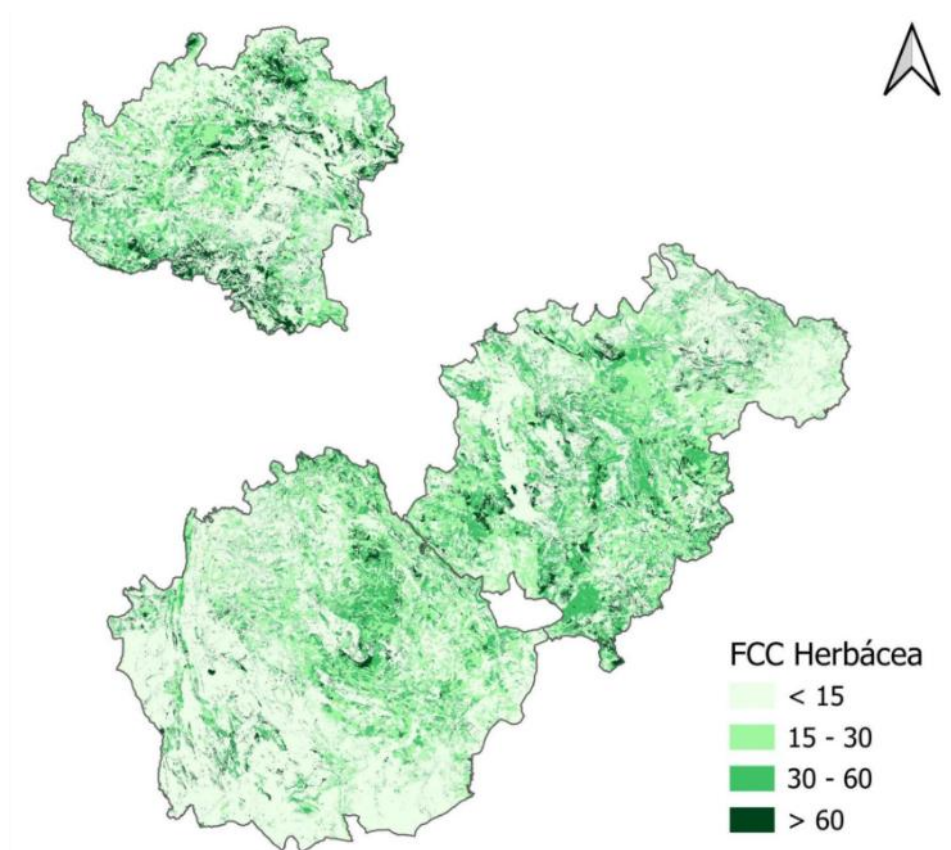


Figura 9. Fracción de Cabida Cubierta Herbácea

La **pendiente del terreno** es un factor determinante en la evaluación del potencial pascícola, ya que incide directamente en la **productividad de la biomasa herbácea**, la **composición de especies vegetales**, la **accesibilidad para el ganado** y el **riesgo de degradación del suelo**.

Diversos estudios, como el informe *PASTORIL2* en el País Vasco, han demostrado que la pendiente influye significativamente en la producción de pastos, observándose mayores rendimientos en zonas con pendiente moderada (entre el 5 % y el 10 %) en comparación con pendientes más pronunciadas. Asimismo, la pendiente interactúa con otros factores como la orientación o la altitud, condicionando el microclima y, con ello, la productividad vegetal.

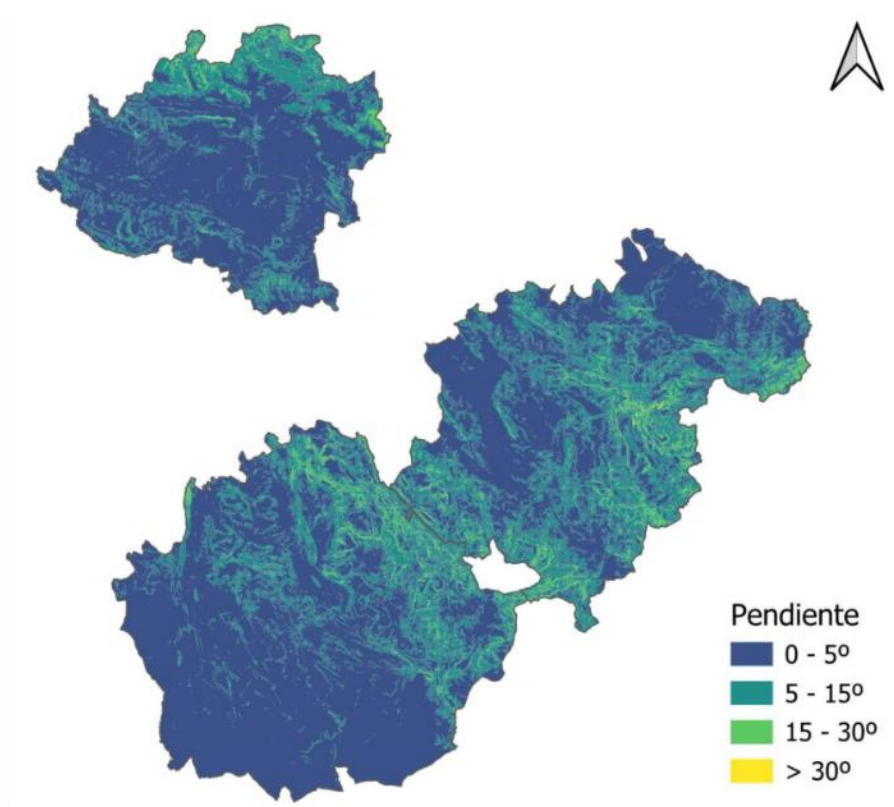


Figura 10. Pendiente

Desde el punto de vista de la conservación, el **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)** establece que, siempre que exista una carga ganadera proporcional a la capacidad del terreno, los pastos pueden mantenerse estables en pendientes de hasta un 30 %. No obstante, superar ese umbral implica un **riesgo elevado de erosión**, especialmente si la cobertura vegetal se degrada o se producen perturbaciones por sobrepastoreo o eventos climáticos extremos.

En terrenos con **pendientes muy acusadas**, además de la menor producción forrajera, se dificulta el acceso del ganado y se limita el uso de maquinaria, lo que reduce la viabilidad de su aprovechamiento. Además, estudios internacionales han mostrado que, a mayor pendiente, disminuye la cobertura herbácea y la biomasa, favoreciendo especies menos productivas y una estructura vegetal más dispersa.

Tabla 3. Clasificación de pendientes

PENDIENTE	VALOR
0 - 5°	3
5 - 15°	2
15 - 30°	1
> 30°	DESCARTADO

COMBINACIÓN DE CRITERIOS Y RESULTADOS

En la ponderación de criterios se otorgó un mayor peso a la FCC herbácea (0,7) por su relación directa con la existencia de recurso forrajero, mientras que la pendiente (0,3) se valoró como factor limitante secundario.

Tabla 4. Ponderación de criterios para el potencial pascícola

CRITERIO	PESO
Fracción de Cobertura herbácea	0,7
Pendiente	0,3

La combinación de estos factores permitió identificar y clasificar las áreas del territorio con mayor o menor idoneidad para el desarrollo de pastos, generando un mapa de potencialidad pascícola útil como herramienta de planificación para la ganadería extensiva.

Potencial apícola

Especies melíferas de interés y distancia de pecoreo

Uno de los factores clave para la producción de miel es la **disponibilidad de vegetación** que funcione como fuente de néctar y polen. En este sentido, las **mieles monoflorales** (elaboradas mayoritariamente a partir de una única especie) suelen alcanzar un **mayor valor comercial** por sus características organolépticas y su trazabilidad.

Por ello, se ha identificado un conjunto de **especies vegetales prioritarias**, seleccionadas por su **potencial para originar mieles monoflorales de calidad** y con un **valor económico significativo**. Las especies consideradas en este estudio son:

- Almendro
- Brezo
- Cantueso
- Espliego
- Retama
- Quercus (encina, coscoja, rebollo, quejigo)
- Romero
- Tomillo

La **distribución de las especies vegetales** potencialmente melíferas se ha determinado a partir del **Mapa Forestal de España**, utilizado como base cartográfica oficial en el análisis. Esta información ha permitido identificar las zonas con mayor densidad de especies de interés apícola dentro del radio de pecoreo establecido.

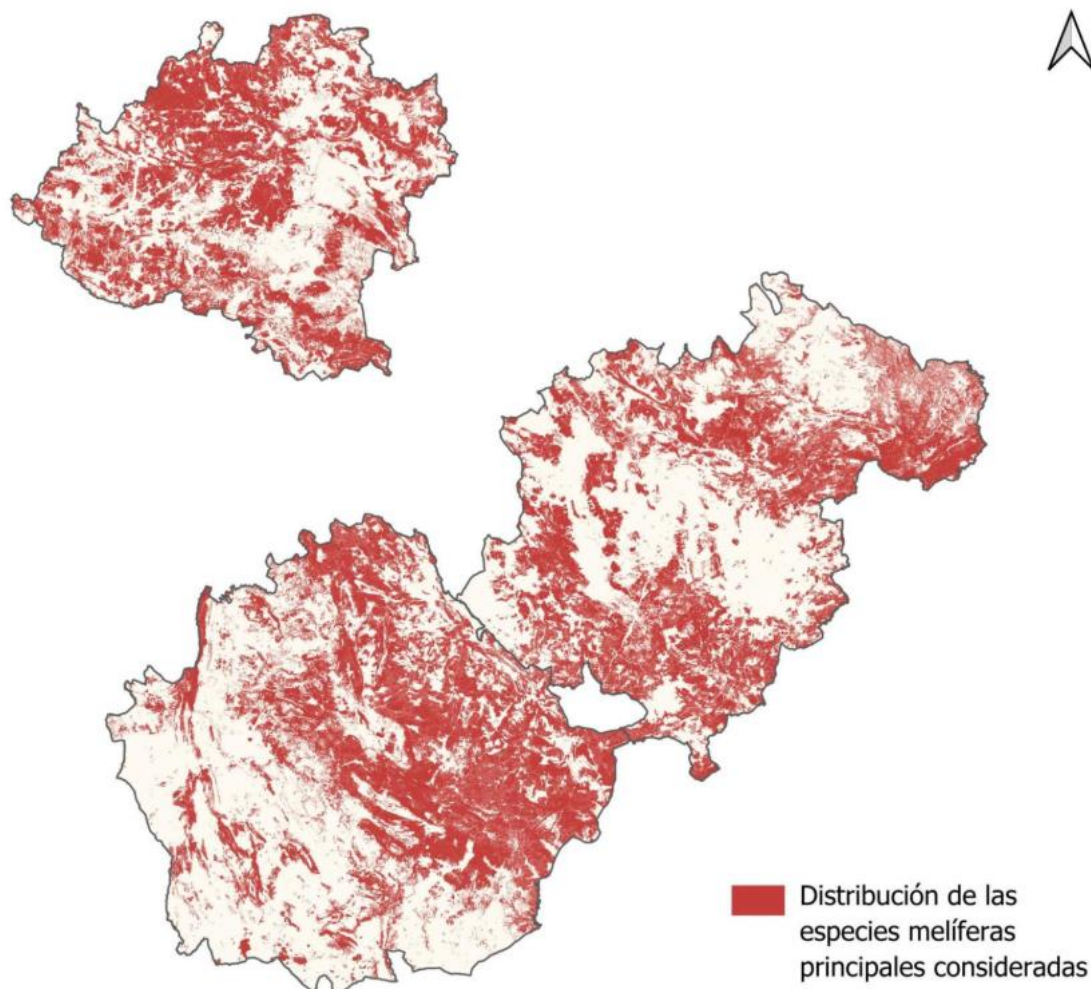


Figura 11. Presencia de las especies melíferas principales consideradas.

El ámbito de acción de las colmenas está determinado por la denominada **distancia de pecoreo**, es decir, el **radio dentro del cual las abejas buscan alimento**. Esta distancia es **variable** y depende de diversos factores, como la **disponibilidad de recursos florales** o las **condiciones ambientales**.

Para este estudio, se ha adoptado una **distancia de pecoreo de 600 metros**, fundamentada en **evidencias científicas** sobre el comportamiento forrajero de *Apis mellifera*. En particular, el estudio "*Long-range foraging by the honey-bee, Apis mellifera L.*" (Beekman y Ratnieks, 2000), así como las observaciones de **Visscher y Seeley (1982)** mediante la decodificación de las **danzas de orientación** (*waggle dances*), demostraron que las abejas suelen pecorear a **varios cientos de metros** de su colmena, siendo las distancias más frecuentes entre **600 y 800 metros**. Este valor, de carácter conservador, permite garantizar:

- Cobertura floral adecuada.
- Reducción de la superposición con otras áreas de pecoreo.
- Optimización del rendimiento energético de las abejas.

Tabla 5. Ponderación de criterios para el número de especies melíferas.

NÚMERO DE ESPECIES MELÍFERAS PRINCIPALES EN UN RADIO DE 600 m.	VALOR
0	0
1	1
2 - 3	2
4 o más	3

Vegetación de apoyo y continuidad estacional

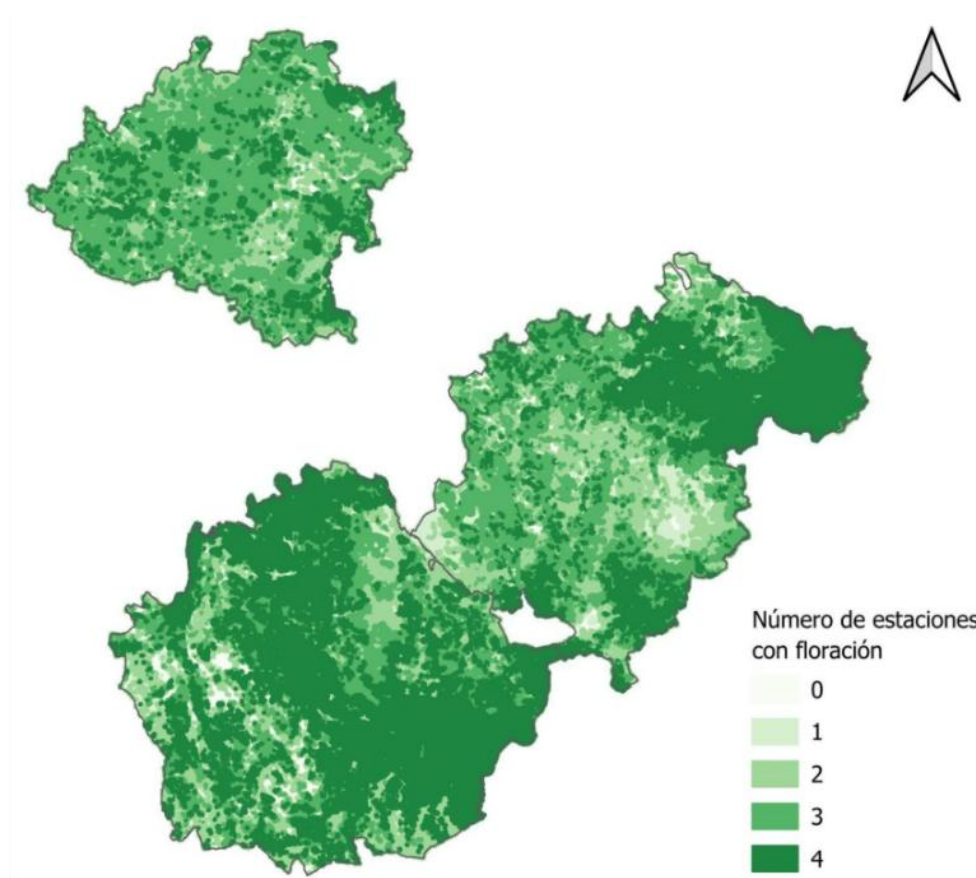


Figura 12. Número de estaciones en las que existe floración melífera en un radio de 600 metros.

Además de las especies principales, resulta fundamental contar con **vegetación de apoyo** que asegure la alimentación continua de las abejas durante todo el año. Entre las especies consideradas se incluyen: acacia, aliaga, frutales, arce, boj, enebro, jara, olivo, prunus, sauce, entre otras.

Con estas especies se elaboró un **calendario básico de floración**, que permite visualizar la oferta floral estacional y planificar la ubicación de colmenas en función de la continuidad de recursos.

Disponibilidad de agua

El **agua** es un recurso fundamental para las abejas, ya que contribuye a **regular la temperatura dentro de la colmena**, facilita la **dilución del néctar y la miel**, y constituye un componente esencial en la **alimentación de las larvas**.

La **escasez de agua** puede interrumpir la **producción de cría** en los colmenares y **debilitar a las abejas**, aumentando su **vulnerabilidad frente a enfermedades y parásitos**. Además, cuando las **fuentes naturales de agua** se encuentran **alejadas de las colmenas**, las abejas deben realizar un **esfuerzo mayor para abastecerse**, lo que puede derivar en **pérdidas significativas de colmenas**.

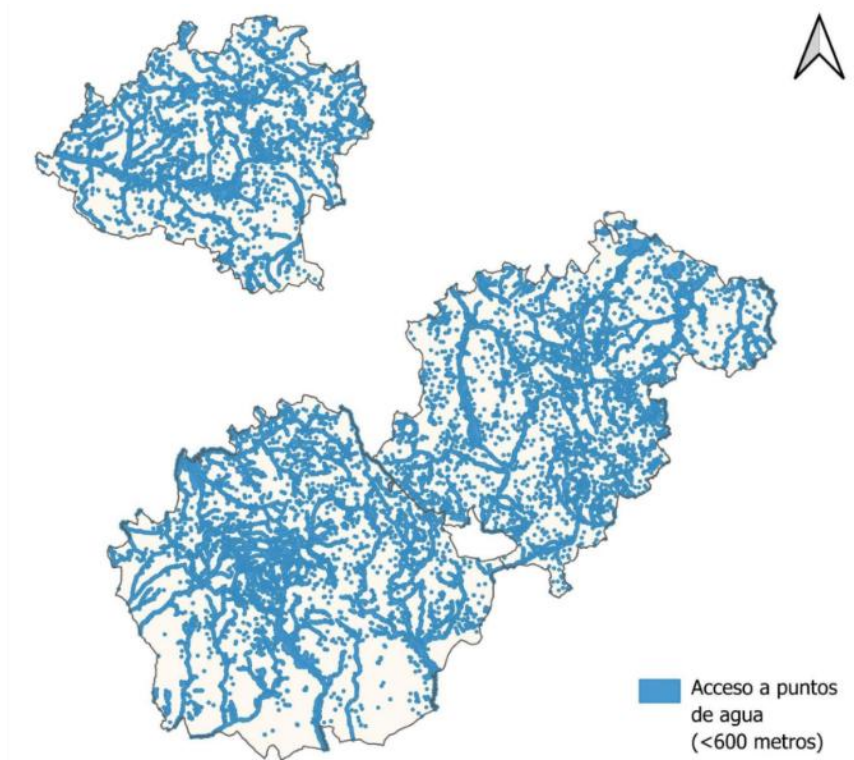


Figura 13. Áreas localizadas a menos de 600 metros de los puntos de agua considerados.

En este estudio se han identificado diversas **fuentes de agua**, como **ríos, embalses, fuentes y manantiales**, ubicadas dentro de un **radio de 600 metros**, coincidiendo con la **distancia de pecoreo** establecida anteriormente.

Accesibilidad

Se adoptó un umbral de **500 m a pistas forestales**, siguiendo la referencia normativa de Aragón y aplicándola de forma homogénea en Soria y Cuenca, como criterio técnico y logístico.

Tabla 6. Valoración del acceso a pistas y caminos forestales.

ACCESIBILIDAD	Valor
< 100 m	3
100 - 200 m	2
200 - 500 m	1

Orientación

Otro de los factores considerados en la evaluación de la aptitud apícola del territorio es la **orientación del emplazamiento**, dado que influye directamente en la actividad de las abejas y en el rendimiento de las colmenas.

Diversos estudios señalan que la **orientación de la piquera** puede afectar significativamente al **comportamiento de la colonia**, especialmente durante las épocas del año en las que la **luz solar** y la **temperatura ambiente** condicionan la actividad de vuelo, así como en situaciones de **exposición directa al sol**.

El efecto más notable de la orientación se observa en el **inicio de la actividad diaria de las abejas**. Las colmenas orientadas hacia el **este** reciben la **luz solar más temprano**, lo que favorece un comienzo anticipado de la actividad forrajera. Por el contrario, las colmenas orientadas al **oeste** tienden a iniciar su actividad más tarde, pero la prolongan durante más horas. Esta variabilidad puede tener un impacto importante en la **eficiencia de recolección**, especialmente cuando los recursos florales son escasos o se concentran en **determinadas franjas horarias**, como ocurre con muchas especies vegetales que **emiten mayor cantidad de néctar durante las primeras horas del día**.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, el estudio valora **más favorablemente** los emplazamientos con **orientación este o sureste**, al optimizar el tiempo de pecoreo. Por el contrario, las **zonas orientadas hacia el norte** se consideran **menos adecuadas** para la instalación de colmenas, debido a su menor exposición solar y al retraso en el inicio de la actividad.

Tabla 7. Valoración del indicador correspondiente a la orientación.

Orientación	Valor	Intervalo
E-SE	3	100-220°
NE-E / NW-SE	2	60-100° / 220-300°
N	1	300-60°

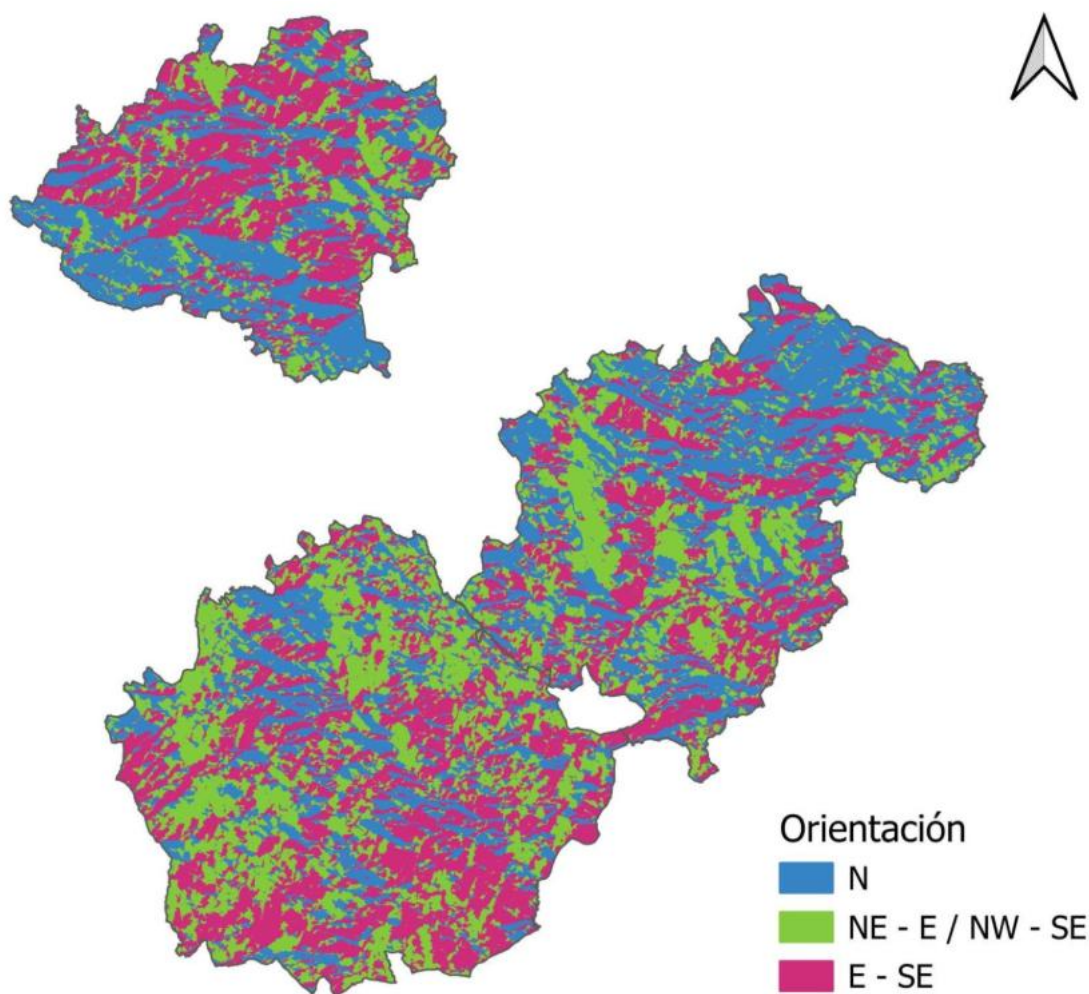


Figura 14. Orientación.

Pendiente

La **pendiente del terreno** constituye un factor determinante a la hora de seleccionar emplazamientos óptimos para la ubicación de colmenas. En apicultura, se recomienda una **ligera inclinación** del terreno que favorezca el **drenaje natural**, evitando así la acumulación de agua y el exceso de humedad, condiciones que pueden afectar negativamente a la **salud de las abejas** y al **desempeño de la colonia**.

Por otro lado, las **pendientes pronunciadas** dificultan las labores de **instalación, mantenimiento y cosecha**, incrementando los riesgos para el apicultor y limitando el acceso con vehículos o maquinaria ligera.

Aunque existen diversas clasificaciones para describir la pendiente, este estudio adopta la propuesta de la **FAO**, recogida en su *Guía para la descripción de perfiles de suelo*, que distingue tres clases principales:

- **Terreno llano:** pendiente $\leq 2^\circ$
- **Pendiente suave o moderada:** $> 2^\circ$ y $\leq 13^\circ$
- **Pendiente fuerte o escarpada:** $> 13^\circ$

Se consideran **más favorables** para la actividad apícola los terrenos con **pendientes suaves**, que ofrecen un equilibrio adecuado entre **drenaje y accesibilidad**.

Tabla 8. Orientación

Pendiente	Valor
0-2 %	2
2-13 % (óptima)	3
> 13 %	1

Riesgos ambientales

Es importante evitar emplazamientos en **zonas con riesgo de inundación** y en **áreas de alta peligrosidad de incendios forestales**, por los impactos directos sobre colmenas y colonias.

Los **terrenos susceptibles de inundación** representan un riesgo significativo, ya que el **exceso de humedad** puede generar **daños estructurales** en las colmenas, favorecer la **proliferación de hongos, bacterias y enfermedades** y comprometer la **supervivencia de las abejas**. Además, el **anegamiento del terreno** puede dificultar el acceso a las zonas de forrajeo y limitar las labores de manejo y mantenimiento por parte del apicultor.

Por otro lado, los **incendios forestales** constituyen una amenaza creciente, especialmente en territorios con **climas secos** y **veranos calurosos**. La **proximidad de los colmenares a zonas con alto riesgo de incendio** pone en peligro tanto la **integridad física de las instalaciones** como la **vida de las colonias**. El **humo, el calor extremo y el fuego directo** pueden provocar estrés severo, la **muerte de las abejas** y la **pérdida total del apiario**.

Tabla 9. Riesgos naturales

CATEGORÍA DE RIESGO	VALOR
Riesgo bajo	3
Riesgo medio	2
Riesgo alto	1

Marco normativo y zonas descartables

El marco normativo que regula la ubicación de colmenares en España es **competencia de las comunidades autónomas**, lo que da lugar a **diferencias significativas entre territorios**. En consecuencia, las **distancias mínimas obligatorias** respecto a **núcleos urbanos, viviendas rurales, infraestructuras viarias o entre colmenares** varían tanto en los **valores exigidos** como en la **metodología de cálculo**.

Por ejemplo, en algunas comunidades autónomas las **distancias entre asentamientos apícolas** se determinan mediante **fórmulas específicas** que tienen en cuenta el **número de colmenas** y su **área de pecoreo estimada**, mientras que en otras se establecen **distancias fijas y uniformes**, independientemente del tamaño del colmenar.

Este **marco normativo heterogéneo** exige que los apicultores **conozcan y apliquen la legislación vigente en cada comunidad autónoma** donde desarrollen su actividad, ya que el incumplimiento puede acarrear **sanciones administrativas** y generar conflictos con otros operadores del sector.

En la práctica, estas diferencias normativas se traducen en criterios específicos por provincia. La siguiente tabla resume las **distancias mínimas establecidas en las provincias de Teruel, Soria y Cuenca**, en función de los elementos del territorio y según la legislación vigente en cada comunidad autónoma:

Tabla 10. Zonas descartables

Elemento	Teruel	Cuenca y Soria
Núcleo urbano	500 m (< 2.000 hab.) / 1.000 m (> 2.000 hab.)	400 m
Vivienda rural	100 m	100 m
Carretera nacional	200 m	200 m
Carretera comarcal	50 m	50 m
Camino vecinal	25 m	25 m
Pistas forestales	0 m	Permitido en bordes sin obstruir el paso
Otros asentamientos	500 m	Según fórmula (ver tabla siguiente)

Tabla 11. Distancias entre colmenares - Castilla-La Mancha (Cuenca)

N.º de colmenas del asentamiento	Radio mínimo exigido
Menos de 26 colmenas	No generan radio de exclusividad
De 26 a 50 colmenas	Número de colmenas × 8 metros
Más de 50 colmenas	400 metros fijos

Tabla 12. Distancias entre colmenares en Castilla y León (Soria)

N.º de colmenas	Radio mínimo entre asentamientos
Menos de 26 colmenas	No se consideran para la distancia
26 a 50 colmenas	750 metros
Más de 50 colmenas	1.000 metros

En este estudio, y específicamente para la provincia de Soria, no se han considerado las distancias entre colmenares debido a la falta de información geolocalizada sobre la ubicación de los asentamientos apícolas existentes. Esta limitación contrasta con las provincias de Cuenca y Teruel, donde sí se dispone de datos espaciales que permiten aplicar y analizar los radios de exclusividad establecidos por la normativa vigente.

Combinación de criterios y resultados

Tabla 13. Criterios y pesos empleados para la determinación del potencial apícola.

PRESENCIA DE ESPECIES MELÍFERAS EN EL RADIO DE PECOREO	0,2
0	0
1	1
2 - 3	2
4 o más	3
NÚMERO DE ESTACIONES CON FLORACIÓN MELÍFERA	0,15
0	0
1 - 2	1
3	2
4	3
ACCESO A PUNTOS DE AGUA	0,15
< 600 m	3
> 600 m	1
ACCESO A CAMINOS Y PISTAS	0,15
< 100 m	3
100 - 200 m	2
200 - 500 m	1
ORIENTACIÓN	0,1
E-SE	3
NE-E / NW-SE	2
N	1
PENDIENTE	0,1
0-2 %	2
2-13 % (óptima)	3
> 13 %	1

RIESGO DE INCENDIO	0,05
Riesgo bajo	3
Riesgo medio	2
Riesgo alto	1
RIESGO DE INUNDACIÓN	0,05
Riesgo bajo	3
Riesgo medio	2
Riesgo alto	1
ZONAS EXCLUIDAS POR LEGISLACIÓN	EXCLUYENTE

En conjunto, la combinación de indicadores relativos a la vegetación melífera principal y de apoyo, la disponibilidad de agua, la accesibilidad, la orientación, la pendiente, los riesgos ambientales y las limitaciones normativas ha permitido generar una cartografía integrada que muestra las zonas con mayor aptitud para la apicultura en el territorio analizado.

Truficultura

La metodología empleada se basa en la **Guía Técnica para el cultivo de trufa negra (CTFC)** y, principalmente, en el artículo **Modelización espacial del hábitat potencial de la trufa negra (*Tuber melanosporum* Vittad.) en la provincia de Huesca (España)**". Esta última fuente ha servido como base principal para el desarrollo del estudio.

No obstante, fue necesario revisar y adaptar los criterios utilizados debido a diversos factores, entre los que destacan el **cambio en el contexto climático global**, los **avances científicos** en el estudio de la trufa durante la última década, y las **diferencias geográficas entre las provincias del proyecto RECONNECTA y la provincia de Huesca**, especialmente en lo relativo a la **latitud**, que condiciona directamente las características ecológicas del hábitat trufero.

Altitud

La altitud óptima en las provincias estudiadas difiere de la de Huesca debido a su menor latitud. Esto permite que el cultivo se pueda desarrollar en cotas más elevadas y, en cambio, limita su viabilidad en zonas más bajas. El aumento progresivo de las temperaturas ha favorecido también la expansión hacia altitudes más altas que antes se descartaban.

Tabla 14. Categorías y pesos según la altitud sobre el nivel del mar

< 400 m.s.n.m.	DESCARTADO
400 - 600	1
600 - 800	2
800 - 1300	3
1300 - 1500	2
> 1500	DESCARTADO

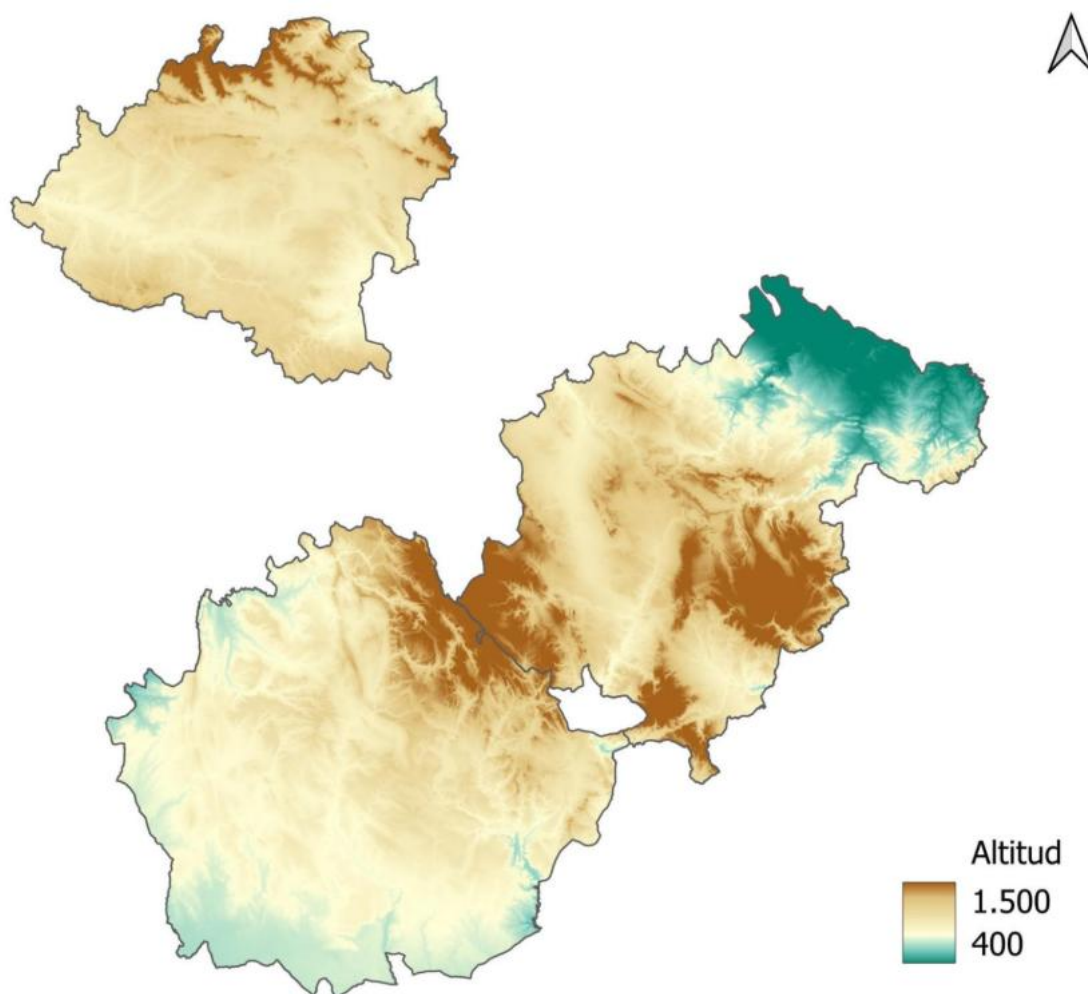


Figura 15. Altura sobre el nivel del mar

Pendiente

Una pendiente excesiva puede dificultar significativamente las labores de mantenimiento en una plantación trufera, especialmente el acceso y maniobra de tractores u otra maquinaria agrícola.

Tabla 15. Categorías y pesos según la pendiente

0 - 5 °	3
5 - 15 °	2
15 - 30 °	1
> 30°	DESCARTADO

Orientación

La orientación ideal para el cultivo de la trufa depende de la altitud a la que se sitúe la parcela. En **cotas bajas**, donde las temperaturas medias son más elevadas, se recomienda optar por **umbrías**, ya que ofrecen una menor exposición solar directa, lo cual favorece un microclima más adecuado para el desarrollo del hongo.

Por el contrario, en **zonas de mayor altitud**, donde las temperaturas son más bajas, las **solanas** resultan más apropiadas, puesto que la mayor radiación solar contribuye a equilibrar el ambiente térmico y mejorar las condiciones para el cultivo de la trufa.

Tabla 16. Categorías y pesos según la pendiente

S, SE, SO a menos de 600 m.s.n.m.	1
N, NE, NO a más de 1300 m.s.n.m.	2
Resto de orientaciones y alturas	3

Precipitación total (abril-octubre)

La trufa negra está adaptada a un ambiente semiárido o mediterráneo. En su cultivo se considera especialmente relevante la precipitación acumulada entre los meses de **abril y octubre**, ya que este periodo abarca las fases clave del desarrollo de la trufa: **generación (primavera), crecimiento (verano) y maduración (otoño)**.

Una adecuada disponibilidad hídrica durante estos meses es fundamental para garantizar un ciclo productivo saludable. La falta de precipitaciones en este intervalo puede afectar negativamente al rendimiento y calidad de la trufa, salvo en aquellos casos en los que sea posible compensarla mediante riego controlado.

Tabla 17. Categorías y pesos según la precipitación

< 300 mm	1
300 - 400 mm	2
> 400 mm	3

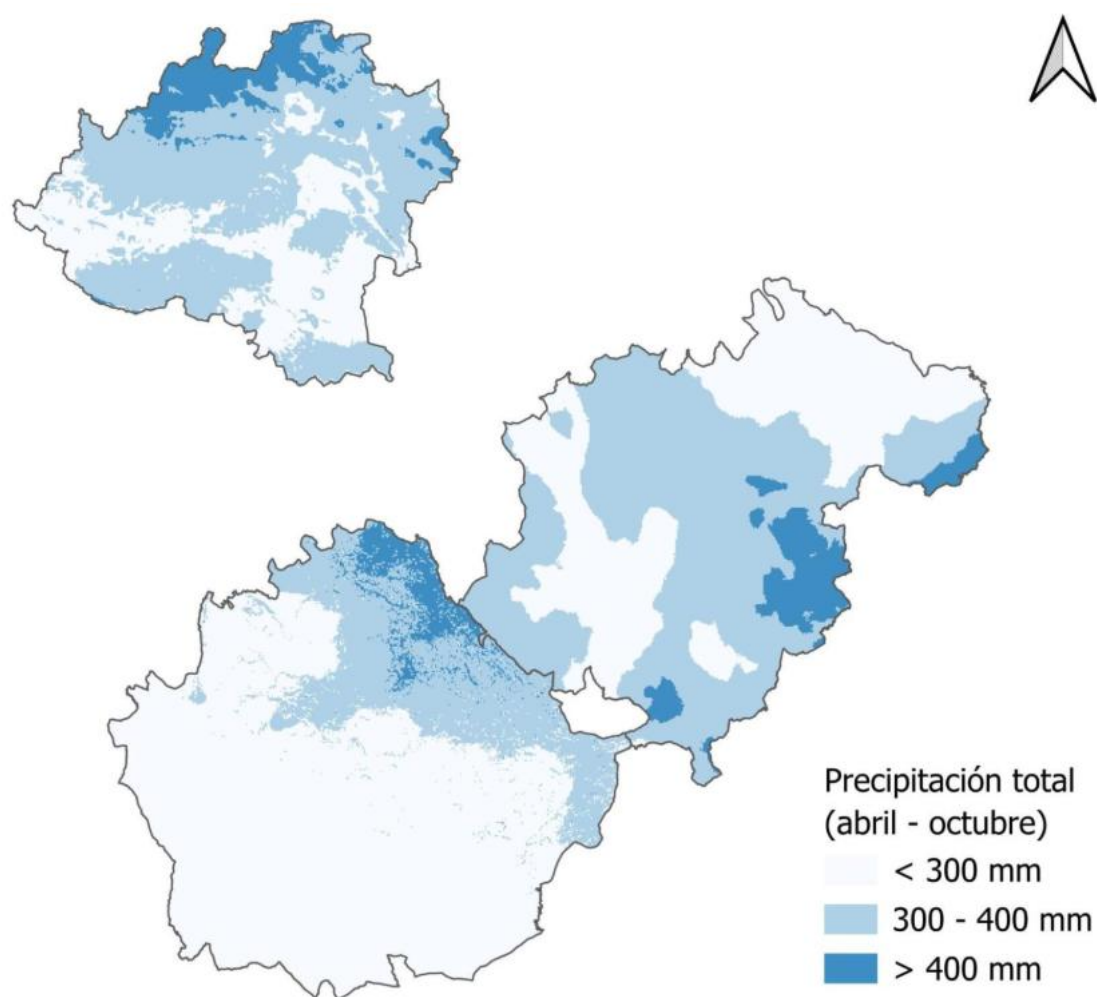


Figura 16. Precipitación total en mm entre los meses de abril y octubre.

IR Precipitación (abril-octubre)

Tan importante como la cantidad total de precipitación es que esta se encuentre bien distribuida a lo largo de dichos meses. Para evaluar esta distribución se ha utilizado **Índice de Regularidad de la Precipitación que mide la uniformidad y continuidad** de las precipitaciones en un periodo determinado.

El índice ayuda a identificar si las lluvias están suficientemente repartidas para mantener las condiciones óptimas de humedad en el suelo, evitando periodos prolongados de sequía que puedan perjudicar el desarrollo de la trufa. Un valor elevado indica una distribución regular y constante de las precipitaciones, lo cual es favorable para el cultivo.

Tabla 18. Índice de Regularidad de la Precipitación

< 0,75	1
0,75 - 0,85	2
> 0,85	3

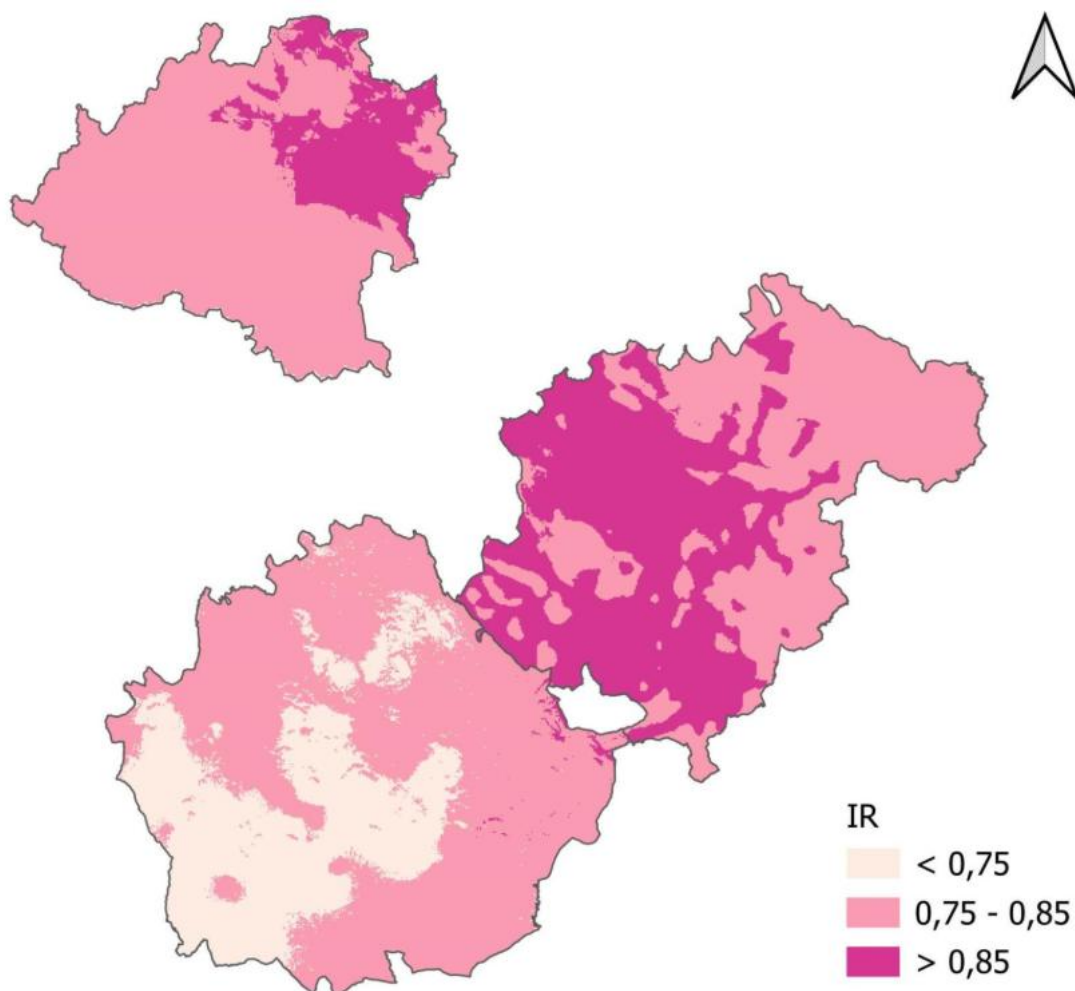


Figura 17. Regularidad de las precipitaciones entre los meses de abril y octubre

Temperatura media del mes más cálido y del mes más frío

La temperatura constituye un factor decisivo en la aptitud del terreno para una plantación, por lo que es fundamental evitar los extremos, tanto en las máximas como en las mínimas. Con este fin, se han incorporado dos indicadores basados en la temperatura media del mes más cálido y en la del mes más frío.

Tabla 19. Temperatura media del mes más cálido

< 19°	2
19-23°	3
23 - 25°	1
> 25°	DESCARTADO

Tabla 20. Temperatura media del mes más frío

< 0,5°	DESCARTADO
0,5 - 1,5°	1
1,5 - 5,5°	3
> 5,5°	2

Usos del suelo

Los usos previos del suelo en la parcela son un factor clave para el éxito en el cultivo de la trufa. La vegetación anterior puede haber dejado propágulos infectivos o esporas de otros hongos que dificulten el desarrollo y colonización de la trufa negra.

En este sentido, las plantas con **endomicorrizas** contribuyen a mantener campos limpios y adecuados para el cultivo de la trufa. Entre ellas se incluyen herbáceas, pastos, aliaga, sabinar, enebro, romero, tomillo, madroño, olivo, almendro, jaras, entre otras. Por el contrario, la presencia de especies con ectomicorrizas resulta problemática, ya que sus hongos simbiotes compiten directamente con la trufa; este grupo incluye encinas, rebollos, coscojas, pinos, hayas, abetos, sauces y chopos.

Además, debe considerarse que el sistema radicular de los árboles puede alcanzar hasta 2,5 veces su altura, lo que afecta a la dinámica del suelo y reduce el espacio disponible para el óptimo desarrollo del cultivo trufero.

Con base en estas consideraciones, la modelización del territorio se realizó diferenciando las áreas según la clase vegetal predominante (arbórea, arbustiva o, en su defecto, el tipo de estrato dominante), y clasificándolas en función de si las especies estaban asociadas a hongos ectomicorrízicos o endomicorrízicos.

La altura media de las especies arbóreas se obtuvo a partir de valores bibliográficos generales y se multiplicó por 2,5 para estimar la extensión del sistema radicular, lo que permitió delimitar las zonas con mayor probabilidad de albergar ectomicorrizas y, en consecuencia, de presentar limitaciones para el desarrollo del cultivo trufero.

Tabla 21. Categorías en función de los usos de suelos

Áreas con posibles ectomicorrizas	1
Resto	3

Naturaleza del suelo

Las características edáficas del sustrato donde se establece la plantación de trufa constituyen uno de los factores más determinantes, pues definen las condiciones del medio en el que la especie debe desarrollarse durante su crecimiento (Serrano-Notivoli, Incausa-Ginés, Martín-Santafé, Sánchez-Durán & Barriuso-Vargas, 2015). Entre los aspectos a analizar podrían considerarse la pedregosidad, la presencia de carbonato cálcico, la textura o la disponibilidad de macronutrientes, entre otros. Sin embargo, debido a la escala del presente proyecto y a la limitación de los datos disponibles, se ha considerado únicamente la naturaleza ácida o básica del suelo. El pH resulta especialmente relevante, dado que la producción de trufa negra está estrechamente vinculada a la presencia de suelos básicos.

Tabla 22. Categorías en función del pH del suelo

Suelos ácidos	0
Probabilidad baja de suelos básicos	1
Probabilidad alta de suelos básicos	2
Suelos básicos	3

Ante la escasez de información edáfica directa, se elaboró un mapa propio que estima la probabilidad de que el suelo sea básico. Para ello se emplearon principalmente los mapas litológicos y geológicos, complementados con datos de vegetación y,

especialmente, con muestras georreferenciadas procedentes de la red AGRIFOODTE (CITA Teruel) y del Portal de Suelos de España (ITACYL).

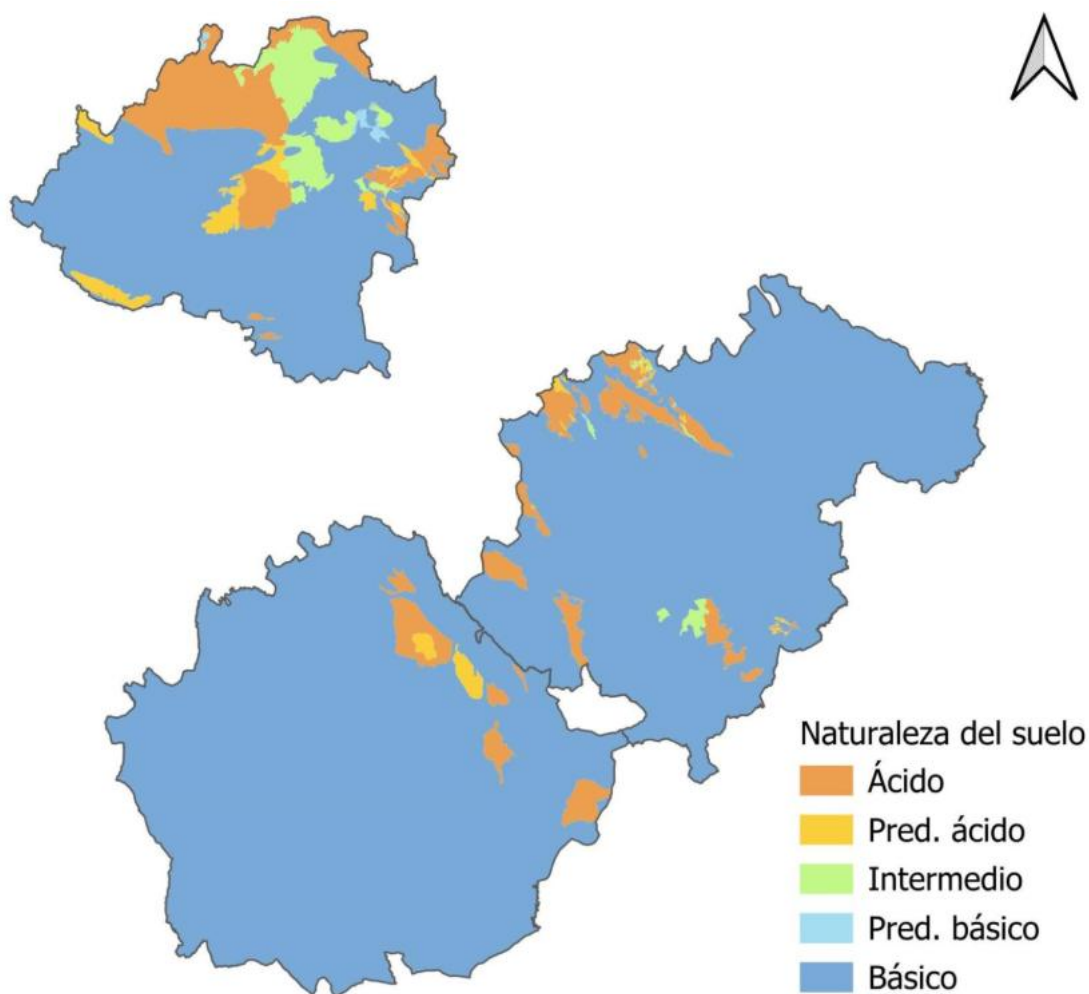


Figura 18. Naturaleza del suelo

PONDERACIÓN DE RESULTADOS

Los **criterios con mayor peso** en la valoración fueron la **altitud** y la **naturaleza del suelo**. La **acidez o alcalinidad del suelo** es un factor determinante para el desarrollo adecuado de la trufa en una plantación. Asimismo, es fundamental que la **altitud del terreno** se encuentre dentro de un rango específico, ya que influye directamente en las **condiciones óptimas para el crecimiento del hongo**.

Por otro lado, los **factores climáticos** recibieron una **ponderación menor**. La posible falta de precipitaciones puede compensarse mediante la instalación de un **sistema de riego**, lo que en el contexto climático actual resulta imprescindible. De hecho, no se recomienda iniciar una plantación sin garantizar previamente la **disponibilidad de riego**.

Finalmente, los criterios relacionados con la **temperatura** también fueron considerados con menor peso, dado que sus efectos están, en gran medida, correlacionados con la **altitud del terreno**.

Tabla 23. Criterios y pesos empleados para la determinación del potencial trufícola.

ALTITUD	0,3
PENDIENTE	0,1
ORIENTACIÓN	0,1
PRECIPITACIÓN (ABRIL-OCTUBRE)	0,05
IRM	0,05
T MEDIA ALTO	0,05
T MEDIA BAJO	0,05
USOS DEL SUELO	0,1
NATURALEZA DEL SUELO	0,2

A partir de la aplicación de los criterios de idoneidad definidos en la metodología, incluyendo factores topográficos, climáticos, edáficos y de uso del suelo, se **generó** un mapa de evaluación espacial de la aptitud para el cultivo de trufa negra en las provincias objeto del proyecto. Este mapa **integró** las ponderaciones asignadas a cada variable, reflejando de manera visual las áreas con mayor y menor idoneidad para la implantación de nuevas plantaciones.

Micología

Para la elaboración de los mapas de potencialidad micológica y trufícola se ha tomado como base la metodología desarrollada en el Proyecto FITE MICOTERUEL: Producción Micológica, aprovechamiento y micoturismo en Teruel. A partir de esta referencia, se introdujeron ciertas adaptaciones metodológicas con el objetivo de ampliar la zona de estudio a las provincias de Soria y Cuenca y revisar los resultados obtenidos en Teruel.

En el marco del proyecto RECONNECTA, se seleccionaron seis especies de setas silvestres comestibles, junto con una especie de trufa, con el fin de identificar las condiciones ecológicas potenciales en las tres provincias analizadas. La selección de especies se realizó atendiendo a su relevancia económica y a su arraigo en la tradición recolectora local. Las especies incluidas en el estudio fueron:

- *Boletus edulis*
- *Lactarius deliciosus* (rebollón)
- *Pleurotus eryngii* (seta de cardo)
- *Hygrophorus gliocyclus* (llanega blanca)
- *Calocybe gambosa* (perrechico o seta de San Jorge)
- *Amanita caesarea* (huevo del rey)
- *Tuber melanosporum* (trufa negra)

Es importante señalar que, aunque en los mapas se señale la existencia de potencial micológico, esto no implica la presencia efectiva de la especie en ese lugar. Los mapas reflejan únicamente la existencia de condiciones ecológicas favorables para su desarrollo y fructificación, pero su presencia real depende de otros factores, como la distribución natural del hongo.

Hábitats productores de setas

Uno de los principales factores que determinan la idoneidad de un ecosistema para el desarrollo de especies fúngicas es la naturaleza del hábitat vegetal en el que se integran. Cada tipo de formación forestal alberga comunidades micológicas particulares, ya que sus características condicionan la presencia, abundancia y diversidad de hongos asociados.

Bosques de pino albar

Estos bosques están principalmente constituidos por *Pinus sylvestris* y se localizan en las altitudes más elevadas del área de estudio. En suelos calizos, ocupan zonas por encima de los 1300 metros donde afloran materiales carbonatados, presentando una vegetación acompañante caracterizada por la abundancia de enebro común (*Juniperus communis*) y sabina rastrera (*Juniperus sabina*).

Estos ecosistemas son reconocidos por su producción significativa de hongos del género *Lactarius*. Además, en masas más abiertas, se recolectan especies como la llanega blanca y negra (*Hygrophorus gliocyclus* y *Hygrophorus latitabundus*), la colmenilla (*Morchella conica*) y *Calocybe gambosa* (perrechico).

En suelos silíceos, estos bosques aparecen a partir de los 1400 metros de altitud y presentan un sotobosque dominado por enebro común y estepas, principalmente *Cistus laurifolius*. En estas condiciones, son grandes productores de especies del género *Boletus*, junto con otras especies apreciadas como *Amanita caesarea*, *Lactarius deliciosus* y *Macrolepiota procera*.

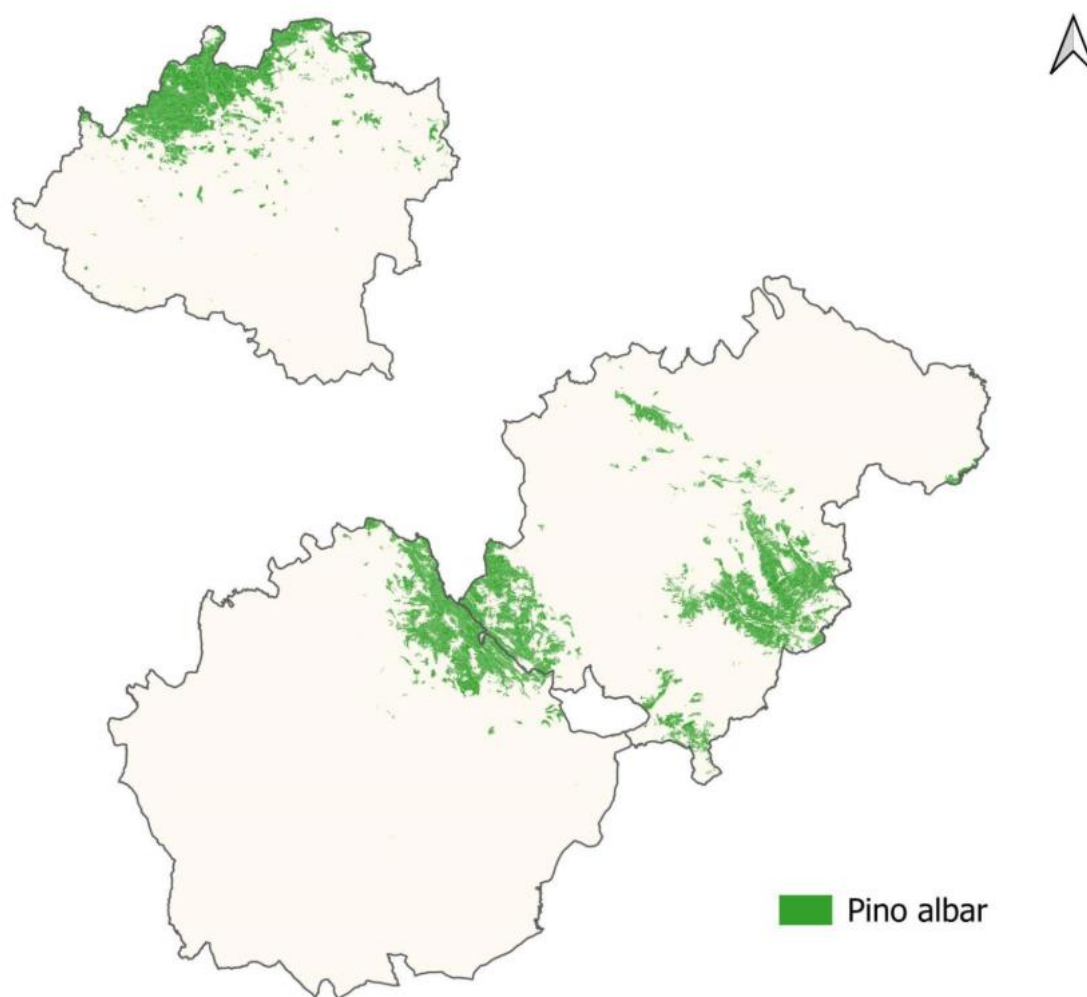


Figura 19: Distribución de los bosques de pino albar

Bosques de pino laricio

A medida que se desciende en altitud, el pino albar da paso a formaciones dominadas por pino laricio (*Pinus nigra*), especialmente sobre suelos de naturaleza caliza. Estos bosques suelen estar acompañados por un matorral característico compuesto por especies aromáticas como el espliego (*Lavandula latifolia*) y la salvia (*Salvia officinalis*). Desde el punto de vista micológico, se trata de hábitats con una notable producción de especies del género *Lactarius* y *Hygrophorus*, que encuentran en estas condiciones ecológicas un entorno adecuado para su desarrollo.

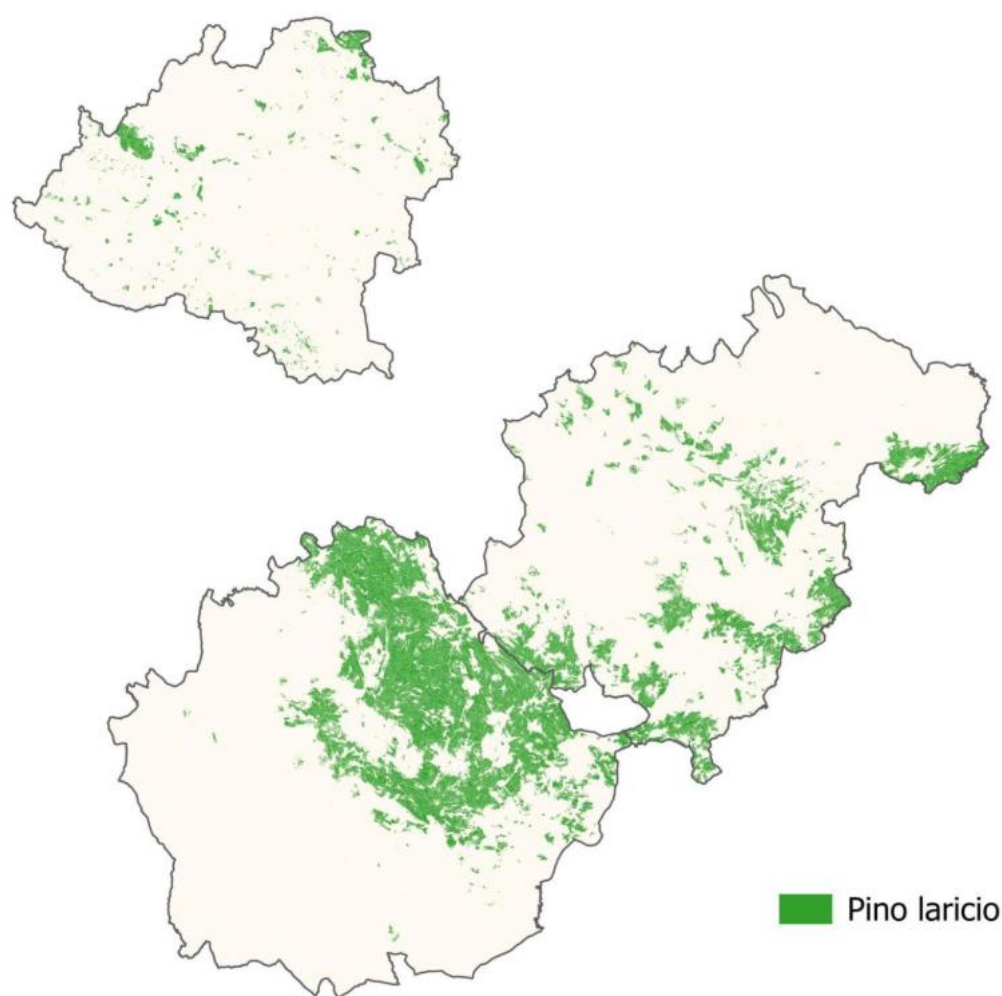


Figura 20: Distribución de los bosques de pino laricio

Bosques de pino rodeno

Estos bosques no muestran una dependencia marcada de la altitud, pero sí una fuerte vinculación al tipo de sustrato, predominando sobre suelos silíceos como areniscas y rodenos. La presencia de este sustrato favorece el desarrollo de un estrato arbustivo diverso, donde destacan especies como el enebro común (*Juniperus communis*), la gayuba y diversas estepas y brezos.

Micológicamente, estos ecosistemas son productores de rebollón (*Lactarius deliciosus*), *Amanita caesarea* y diversas especies del género *Hygrophorus*.

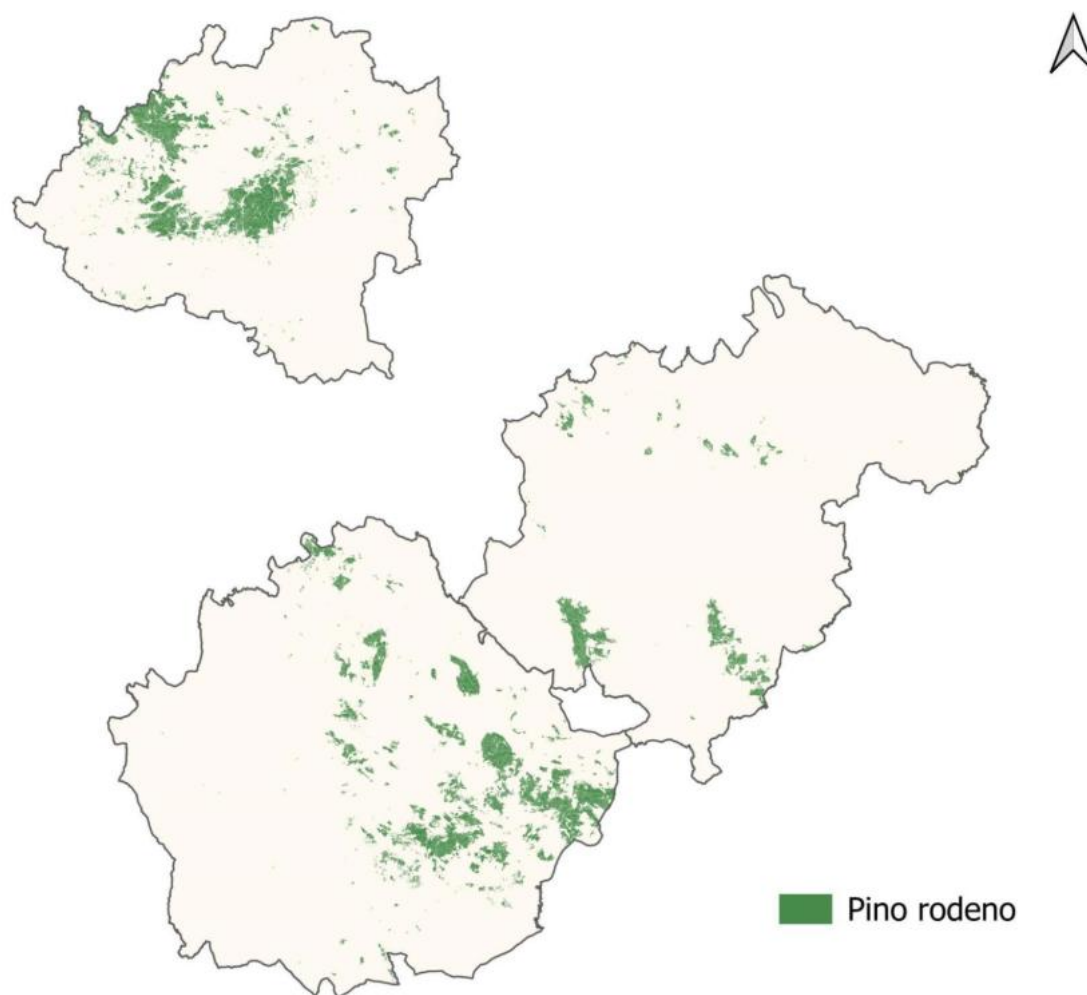


Figura 21: Distribución de los bosques de pino rodeno

Bosques de pino carrasco

Los pinares de pino carrasco (*Pinus halepensis*) se encuentran principalmente en las zonas bajas, predominando sobre suelos calizos. Estas formaciones están bien adaptadas a condiciones climáticas áridas y presentan una vegetación de sotobosque característica, en la que destacan especies como el enebro (*Juniperus oxycedrus*), el romero (*Rosmarinus officinalis*) y la sabina negra (*Juniperus phoenicea*). Desde el punto de vista micológico, estos bosques son productores relevantes de hongos del género *Hygrophorus*, especialmente las variedades conocidas como llanega blanca y negra.

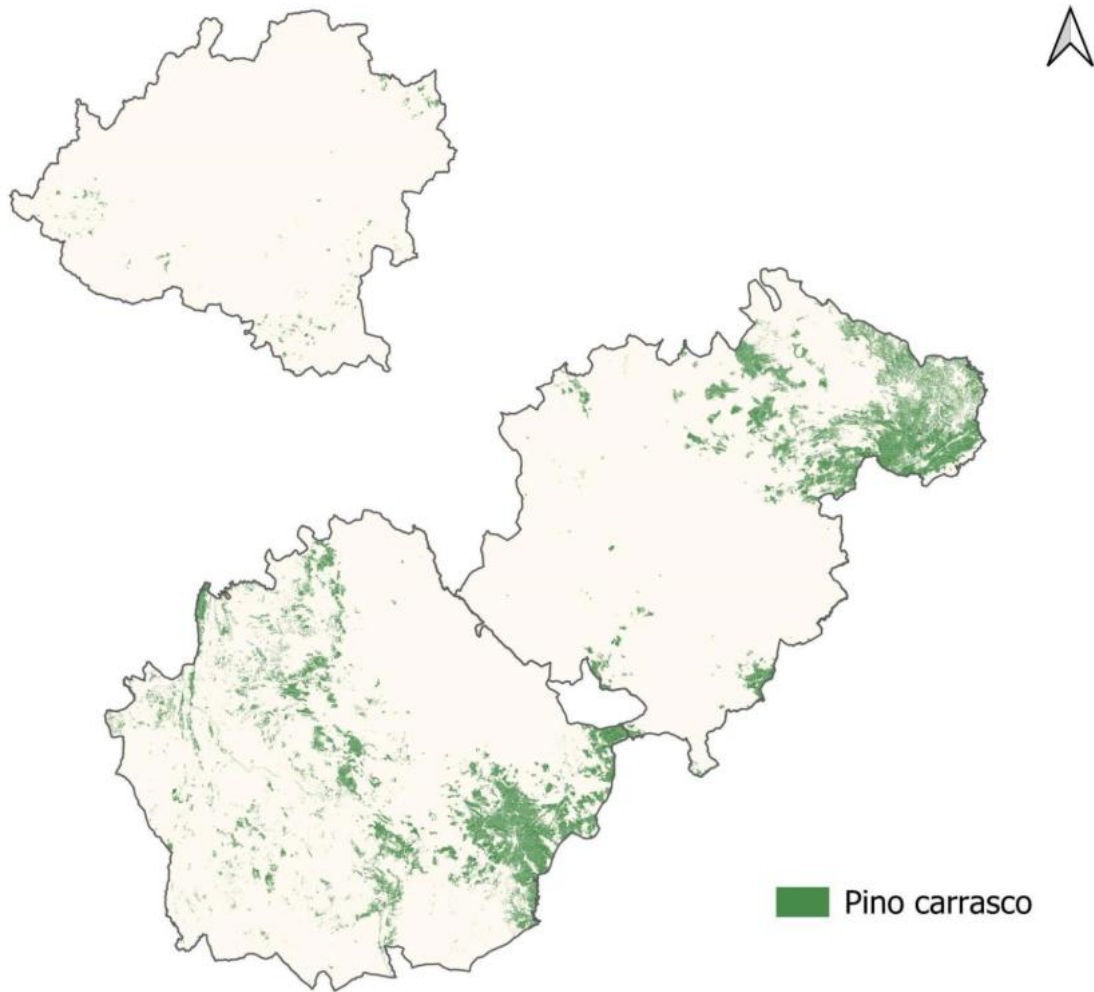


Figura 22: Distribución de los bosques de pino carrasco

Bosques y montes bajos de *Quercus pyrenaica*

Estos bosques se desarrollan principalmente sobre macizos cuarcíticos y afloramientos de areniscas triásicas. El roble marcescente (*Quercus pyrenaica*) prefiere áreas elevadas debido a su mayor demanda hídrica, buscando zonas donde las precipitaciones sean más abundantes y los suelos, profundos y bien desarrollados, retengan adecuadamente la humedad. Estos suelos son generalmente silíceos o descarbonatados.

La formación arbórea se caracteriza por un follaje denso que genera un ambiente umbrío y fresco, ideal para la descomposición eficiente de la hojarasca. Desde el punto de vista micológico, estos bosques son productores de especies valoradas como *Boletus* y *Amanita caesarea*.

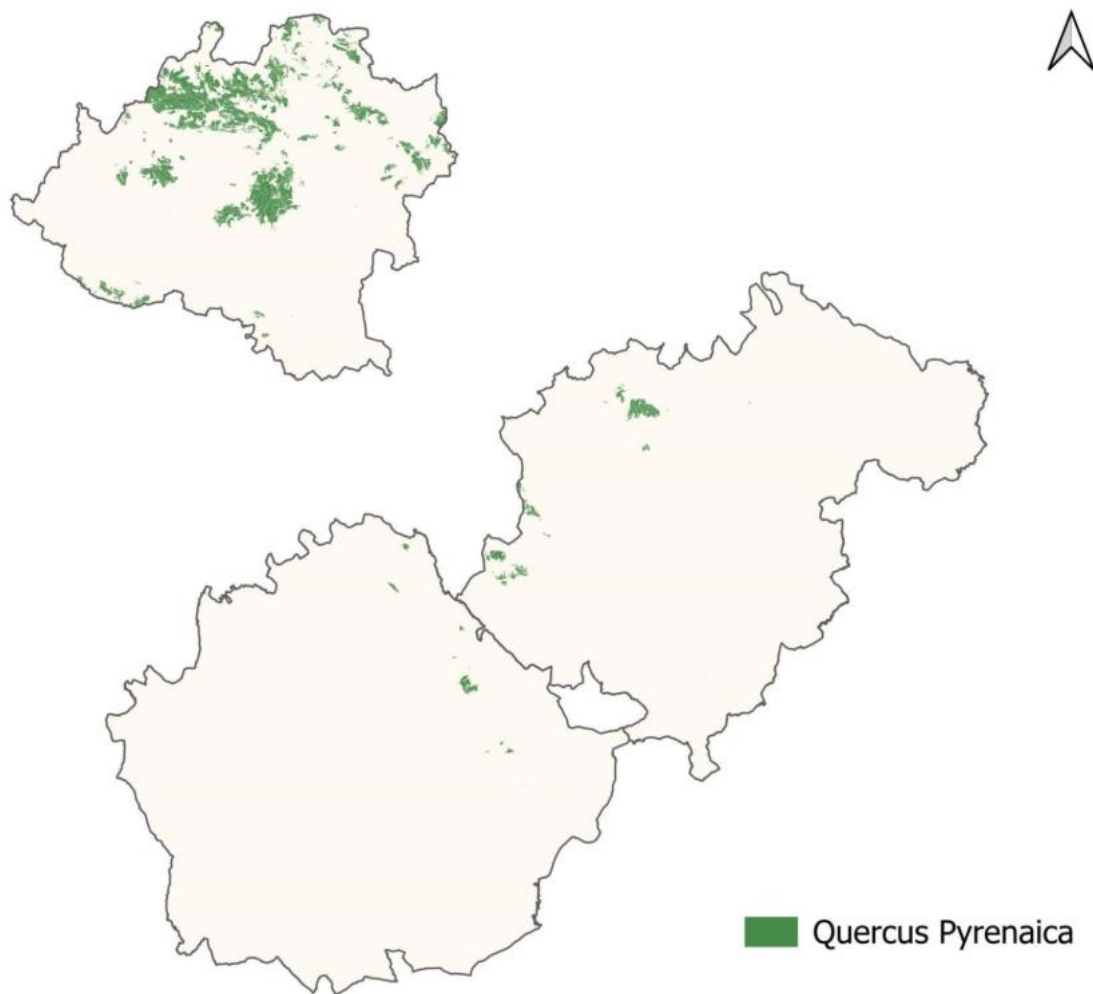


Figura 23: Distribución de las masas de *Quercus pyrenaica*

Bosques y montes bajos de *Quercus faginea*

Quercus faginea requiere un nivel de humedad ambiental superior al de la encina. Los rebollares maduros forman bosques densos y frondosos, donde la luz apenas llega al suelo durante la estación de crecimiento. Este denso dosel crea un microclima húmedo que favorece la descomposición del abundante humus generado por la caída anual de hojas.

En suelos calizos, estos bosques no suelen producir especies micológicas de interés económico, salvo la trufa silvestre. Sin embargo, en suelos ácidos son hábitats adecuados para hongos apreciados como *Boletus aereus* y *Amanita caesarea*.

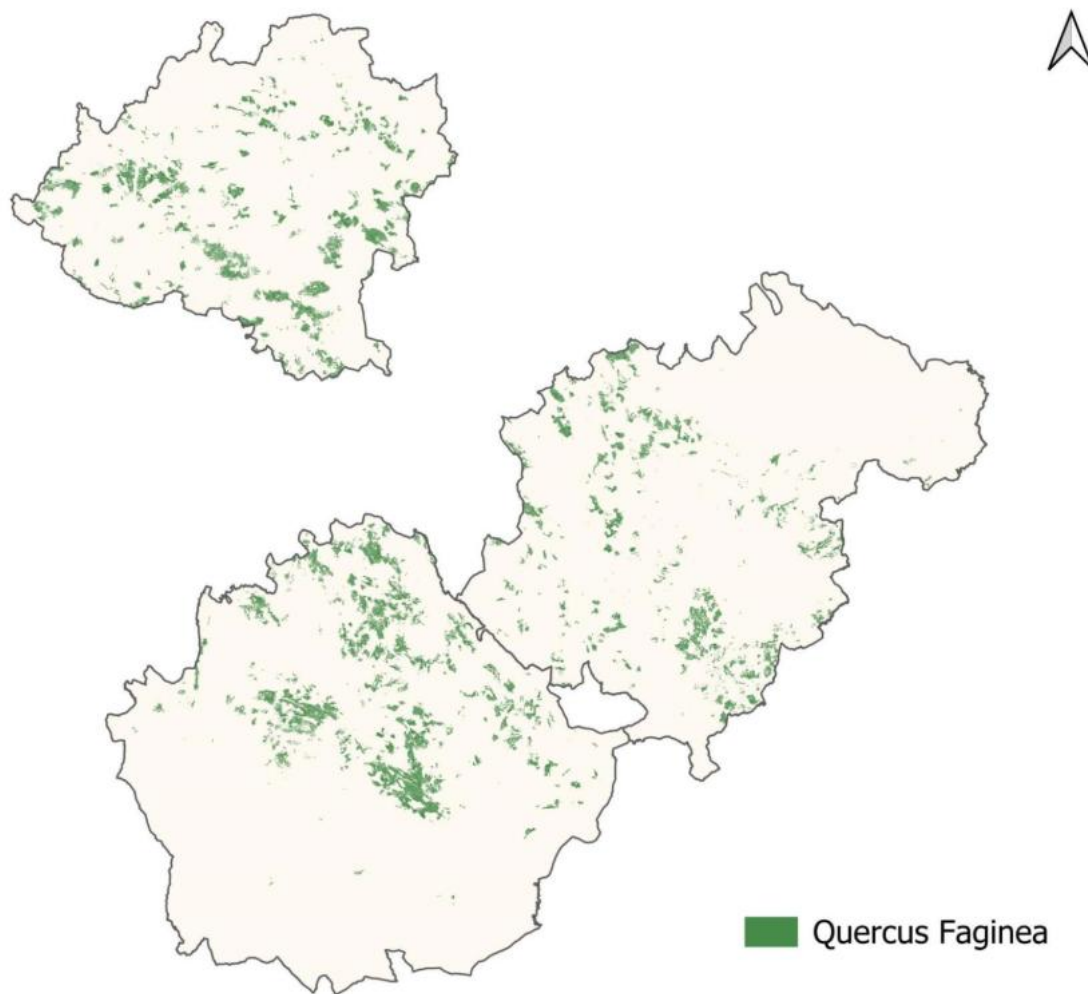


Figura 24: Distribución de las masas de *Quercus faginea*

Bosques y montes bajos de carrasca

Los carrascales son bosques perennifolios en los que la encina o carrasca (*Quercus ilex*) forma masas densas y cerradas. Debido a la escasa penetración de luz, el sotobosque suele ser relativamente pobre en especies vegetales.

Estos bosques se encuentran principalmente sobre suelos calizos, aunque también pueden desarrollarse en sustratos silíceos. En suelos calizos, la producción micológica de interés económico se limita a la trufa silvestre, mientras que en suelos ácidos son comunes especies como *Boletus aereus* y *Amanita caesarea*.

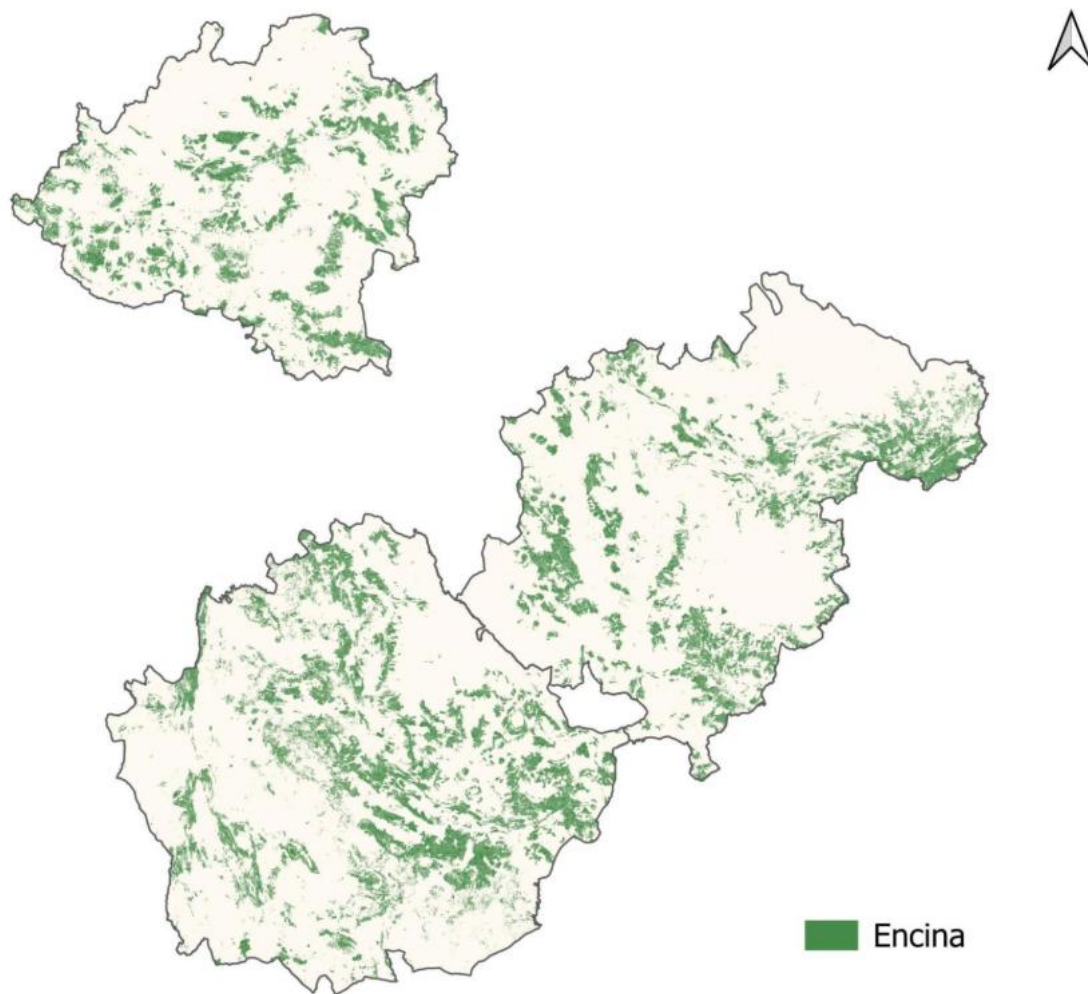


Figura 25: Distribución de las masas de encina

Prados y pastizales espinosos

Son pastizales montañosos húmedos, donde se alternan zonas de espinar que han surgido a partir del aclarado del bosque potencial. Este tipo de hábitat es especialmente favorable para el desarrollo de *Calocybe gambosa*, así como de otras especies como *Agaricus arvensis*.

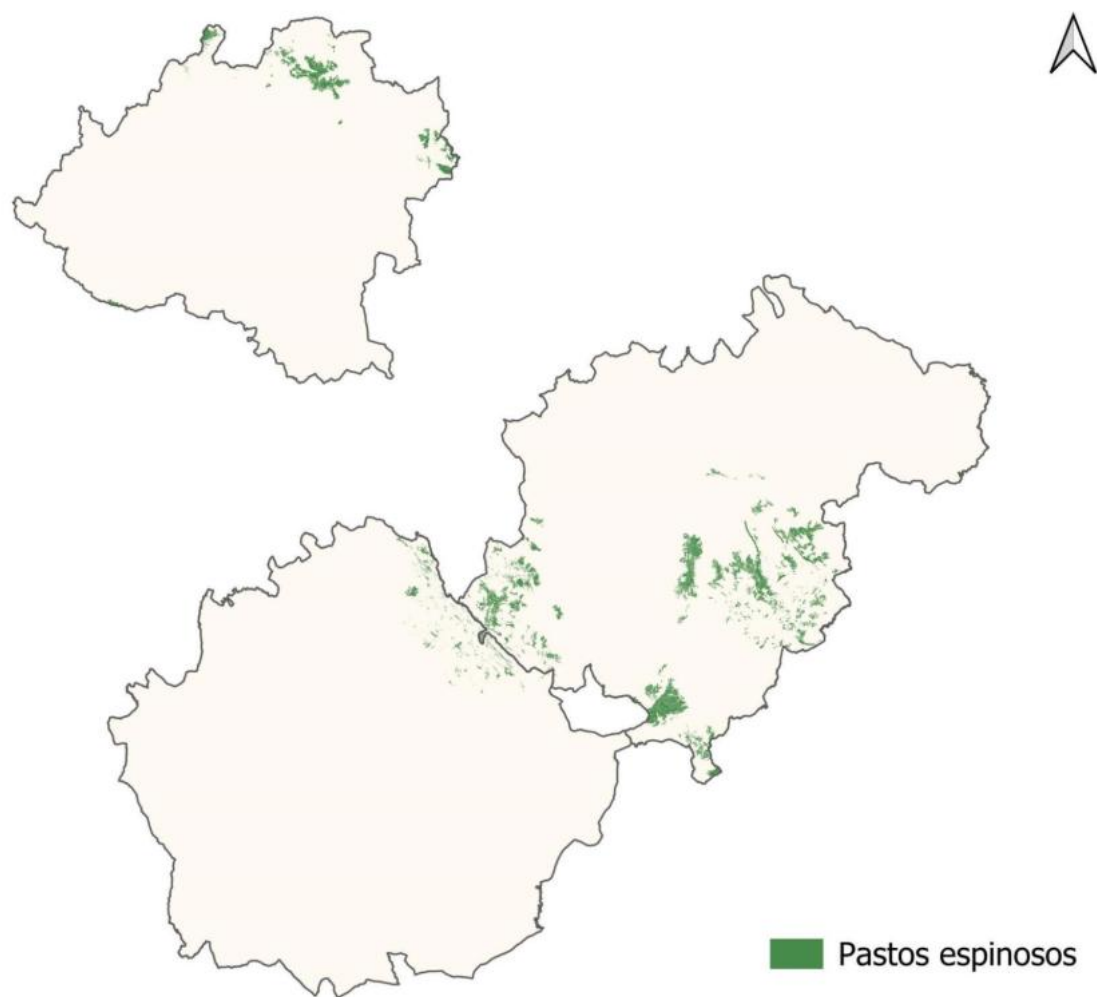


Figura 26: Distribución de las masas de pastos espinosos

Pastizales y eriales de cardo corredor

Se trata de pastizales nitrófilos que suelen encontrarse en zonas degradadas, vías pecuarias, áreas cercanas a núcleos urbanos y lugares frecuentados por el ganado. Suelen desarrollarse en suelos de tipo arcilloso.

Destacan por su notable producción de seta de cardo (*Pleurotus eryngii*), así como de otras especies fúngicas como *Agaricus campestris*.

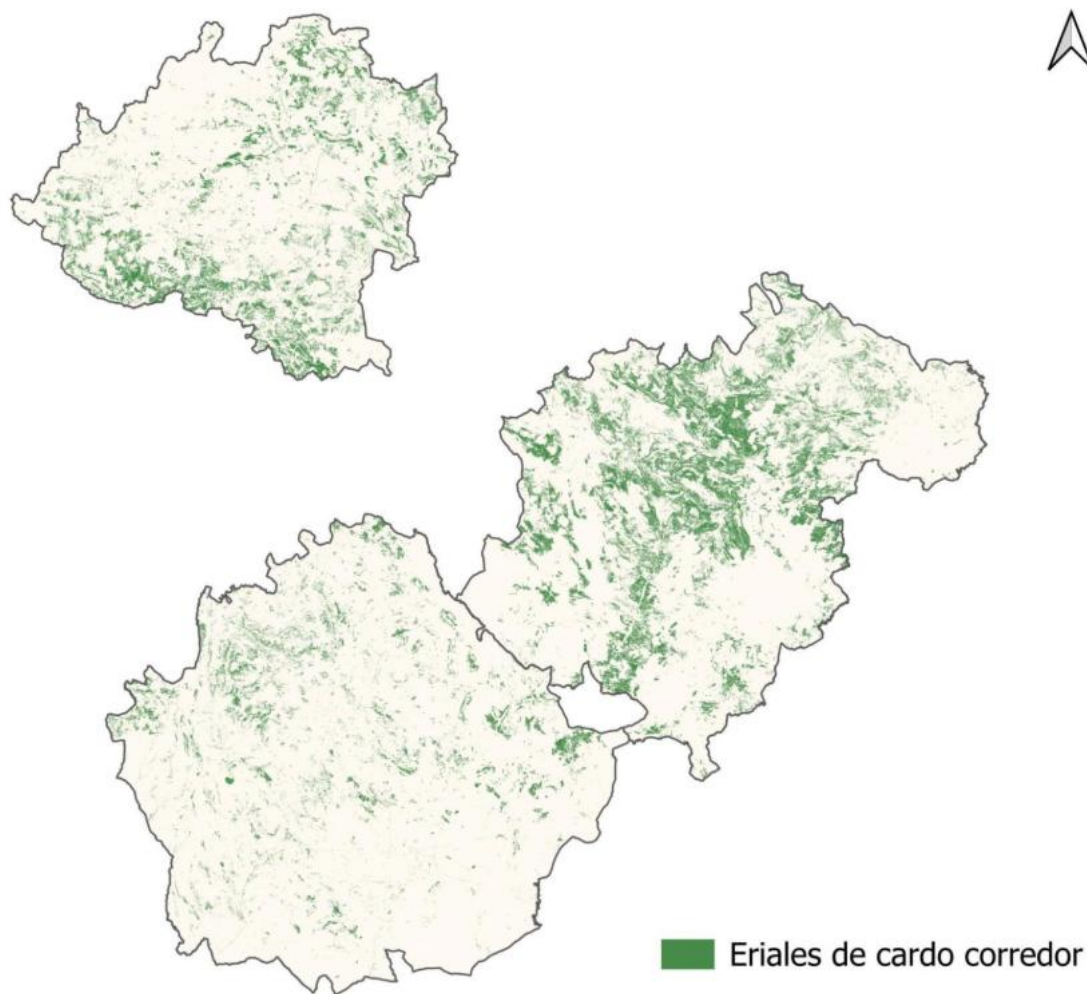


Figura 27: Distribución de las masas de los eriales de cardo corredor

En la siguiente tabla se presentan los valores asignados a cada hábitat para cada especie fúngica, donde se otorga un valor máximo de 3 a las zonas más adecuadas y un 0 a aquellas en las que no se registra desarrollo.

Tabla 24. Valores asignados a cada uno de los hábitats para las distintas especies

	<i>Amanita caesaria</i>	<i>Boletus edulis</i>	<i>Calocybe gambosa</i>	<i>Lactarius Deliciosus</i>	<i>Pleuretus eryngii</i>	<i>Hygrophorus gliocyclus</i>	<i>Tuber melanosporum</i>
<i>Pinus sylvestris</i>	1	3	1	3	0	3	0
<i>Pinus nigra</i>	0	0	0	2.75	0	3	0
<i>Pinus pinaster</i>	1	0	0	3	0	3	0
<i>Pinus halepensis</i>	0	0	0	0.5	0	3	0
<i>Quercus prienai-ca</i>	3	3	0	0	0	0	0
<i>Quercus faginea</i>	2	0	0	0	0	0	3
Prados y pastizales espinosos	0	0	3	0	3	0	0
Prados de cardo corredor	0	0	0	0	3	0	0

Otros factores que influyen en la idoneidad de los ecosistemas para la proliferación de hongos y la fructificación de setas son los siguientes:

Fracción de Cobertura Cubierta

Hace referencia al porcentaje del suelo que queda cubierto por las copas de los árboles. La FCC influye en el microclima del bosque, lo que puede favorecer o perjudicar la fructificación de distintas especies de hongos. No todos los hongos requieren la misma cantidad de luz: los heliófilos (como *Amanita caesaria*) necesitan mayor luminosidad, mientras que los umbrófilos prefieren condiciones más sombrías.

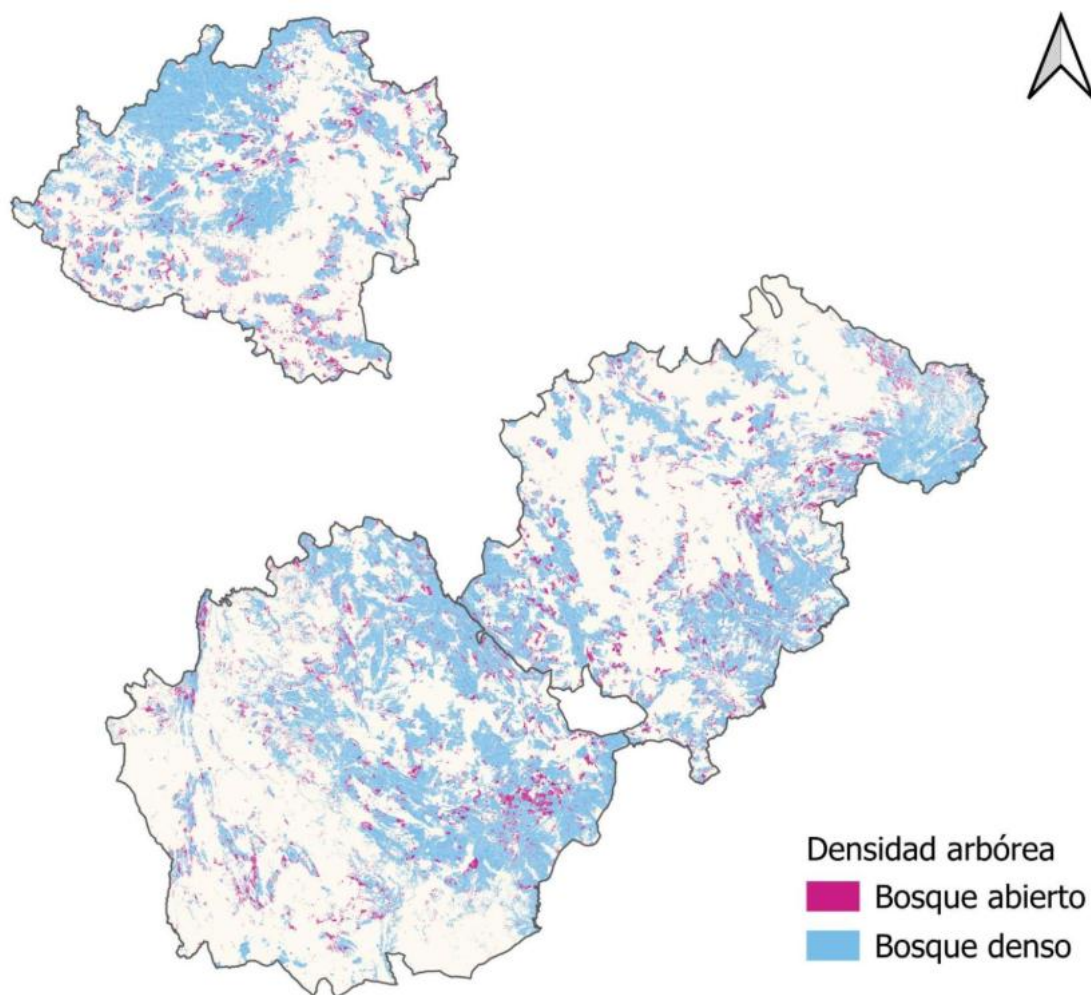


Figura 28: Densidad arbórea

Fase de desarrollo

Corresponde a la etapa de vida en la que se encuentra una masa arbórea. Este parámetro permite evaluar la sucesión micológica, es decir, la aparición de especies fúngicas pioneras, tardías o con fructificación prolongada a lo largo del tiempo. En el estudio se distingue entre bosque joven y bosque maduro, ya que cada uno alberga comunidades fúngicas diferentes.

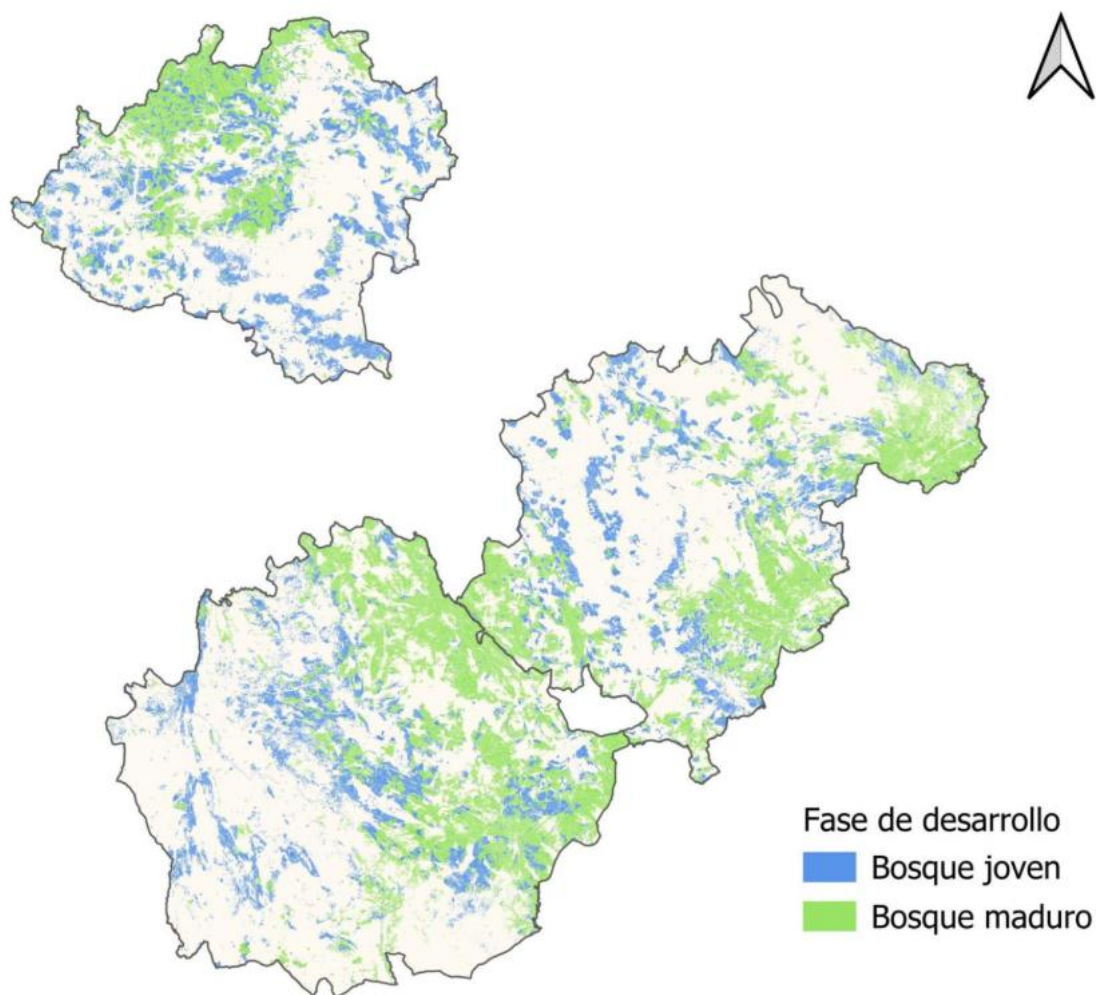


Figura 29: Fase de desarrollo

Naturaleza del suelo

Se clasifica según su carácter en suelos ácidos o básicos. Esta variable influye directamente en la presencia de determinadas especies, ya que algunos hongos son acidófilos (prefieren suelos ácidos) y otros basófilos (prefieren suelos básicos).

Orientación

Hace referencia a la exposición solar de la zona, agrupada en dos categorías: solana (mayor insolación) y umbría (menor insolación). La orientación condiciona la temperatura y humedad del hábitat, aspectos clave para la fructificación, según el temperamento ecológico de cada especie fúngica.

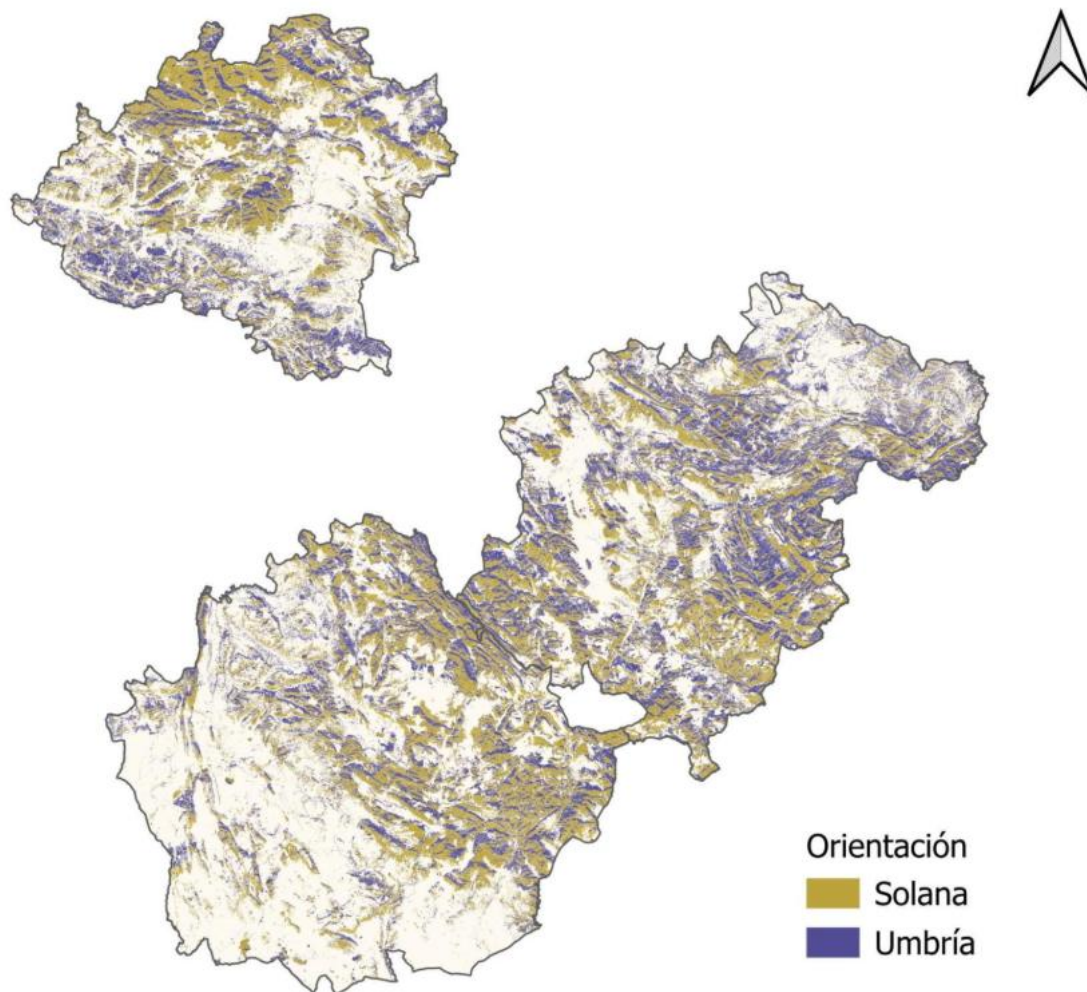


Figura 30: Orientación

Posición

Se refiere a la ubicación del terreno dentro del relieve, diferenciando entre laderas y vaguadas. Esta variable afecta a factores como la acumulación de humedad y la circulación del aire, influyendo en las condiciones óptimas para la producción fúngica.

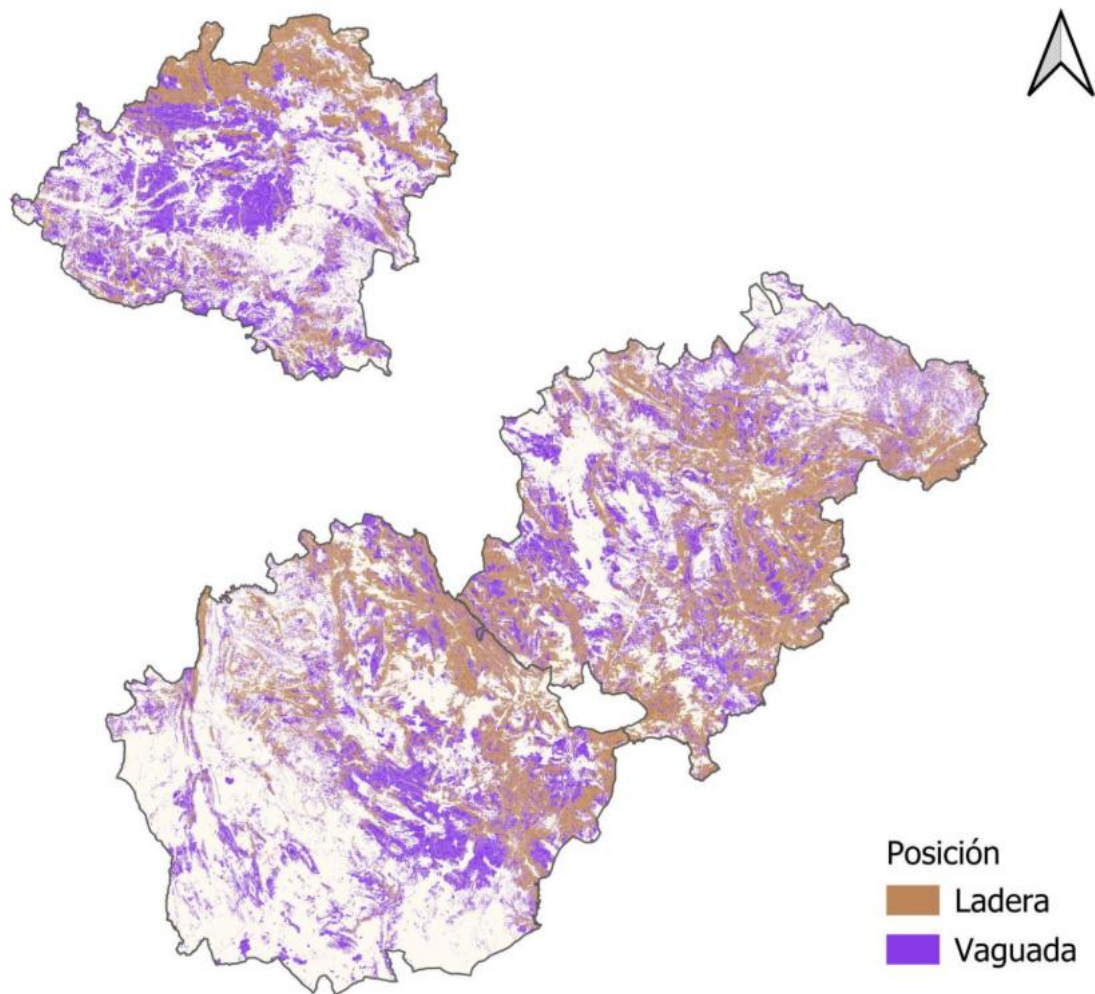


Figura 31: Posición en ladera o vaguada

Clasificación climática

Para caracterizar la producción de hongos en las provincias de Soria, Cuenca y Teruel, se ha tomado como referencia el enfoque empleado en el *Manual de Gestión del Recurso Micológico en Castilla y León*, adaptándolo a las condiciones específicas de estas tres provincias. La base metodológica para la clasificación climática ha sido el Atlas Fitoclimático de España de Allué, del que se han extraído los ámbitos fitoclimáticos presentes en cada territorio. Estos ámbitos se han agrupado en función de su previsible influencia en la producción micológica, permitiendo establecer una clasificación climática operativa.

Tabla 25. Categorías generadas según la clasificación climática de Allué

TIPO FITOCLIMÁTICO	TIPO DE CLIMA ESTUDIO
IV ₁	1
IV ₃	1
IV ₄	1
IV(VI) ₁	1
VI(IV) ₁	2
VI(IV) ₂	2
VI(VII)	3
VI	3
VIII(VI)	3
X(IX) ₁	4

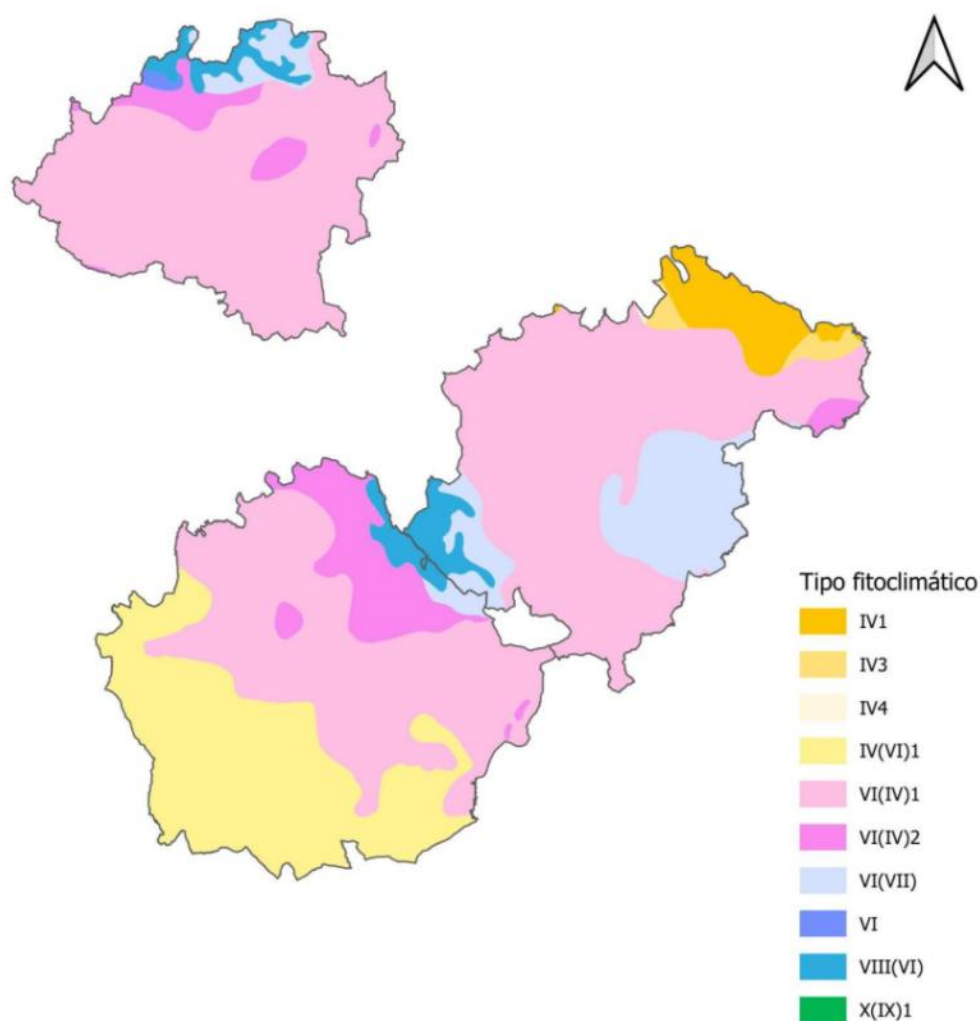


Figura 32: Tipos fitoclimáticos

RESULTADOS POR ESPECIE

El potencial micológico se evalúa mediante coeficientes específicos asignados a cada especie en función de distintos criterios ecológicos y dasométricos. Estos coeficientes, con valores de 0 a 3, reflejan el grado de adecuación de cada variable, siendo 3 la situación más favorable. Así, el potencial máximo se alcanzará cuando las condiciones dasométricas y edafoclimáticas del entorno sean óptimas para el desarrollo de cada hongo.

Aunque los criterios empleados para la valoración del potencial micológico de los hábitats son comunes a todas las especies, incluida la trufa, y los pesos son similares para todas ellas, el modo de cuantificarlos será diferente según la especie.

Tabla 26. Pesos asignados a cada criterio de valoración

CRITERIO	PESO
Hábitat	0,3
Fracción de cabida cubierta	0,1
Fase de desarrollo	0,1
Naturaleza del suelo	0,2
Orientación	0,1
Posición orográfica	0,1
Clasificación climática	0,1

Amanita caesarea

Tabla 27. Criterios empleados para la valoración de los hábitats potenciales de Amanita caesarea

CRITERIO	OPCIONES	PESO
Fracción de cabida cubierta	Bosque denso	1.5
	Bosque abierto	3
Fase de desarrollo	Bosque joven	2
	Bosque adulto	3
Naturaleza del suelo	Silíceo	3
	Calizo	0
Orientación	Umbría	1.5
	Solana	3
Posición orográfica	Vaguada	2
	Ladera	3
Clasificación climática	I	1.5
	II	2.5
	III	3

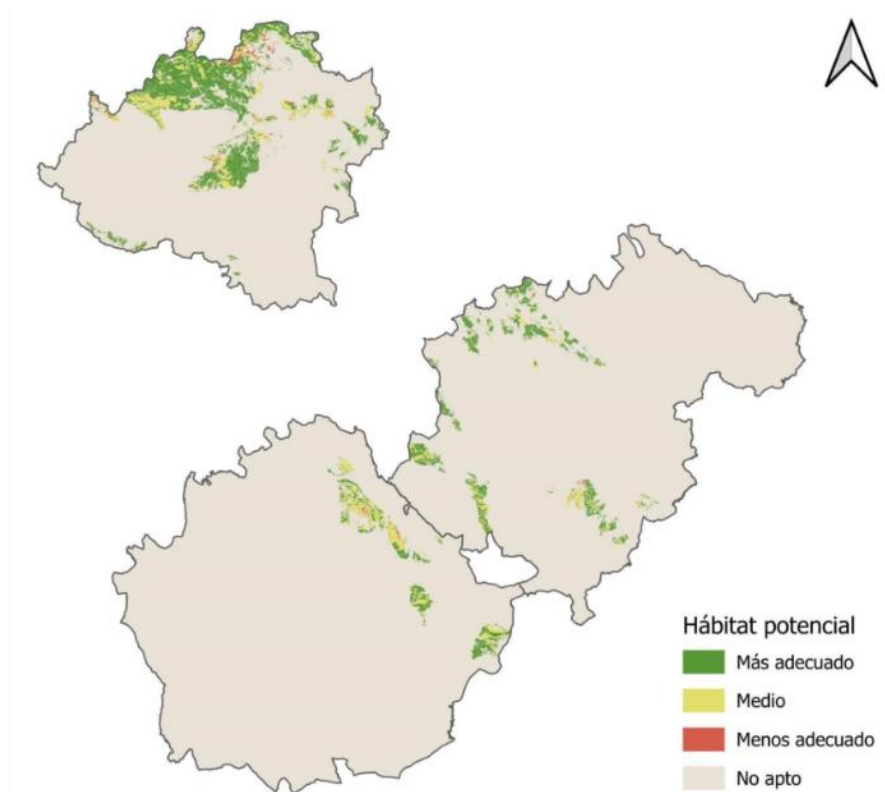


Figura 33. Hábitats potenciales de Amanita caesarea

Boletus edulis

Tabla 28. Criterios empleados para la valoración de los hábitats potenciales de Boletus edulis

CRITERIO	OPCIONES	PESO
Fracción de cabida cubierta	Bosque denso	3
	Bosque abierto	3
Fase de desarrollo	Bosque joven	1
	Bosque adulto	3
Naturaleza del suelo	Silíceo	3
	Calizo	0
Orientación	Umbría	3
	Solana	2
Posición orográfica	Vaguada	3
	Ladera	2
Clasificación climática	I	1
	II	2
	III	3

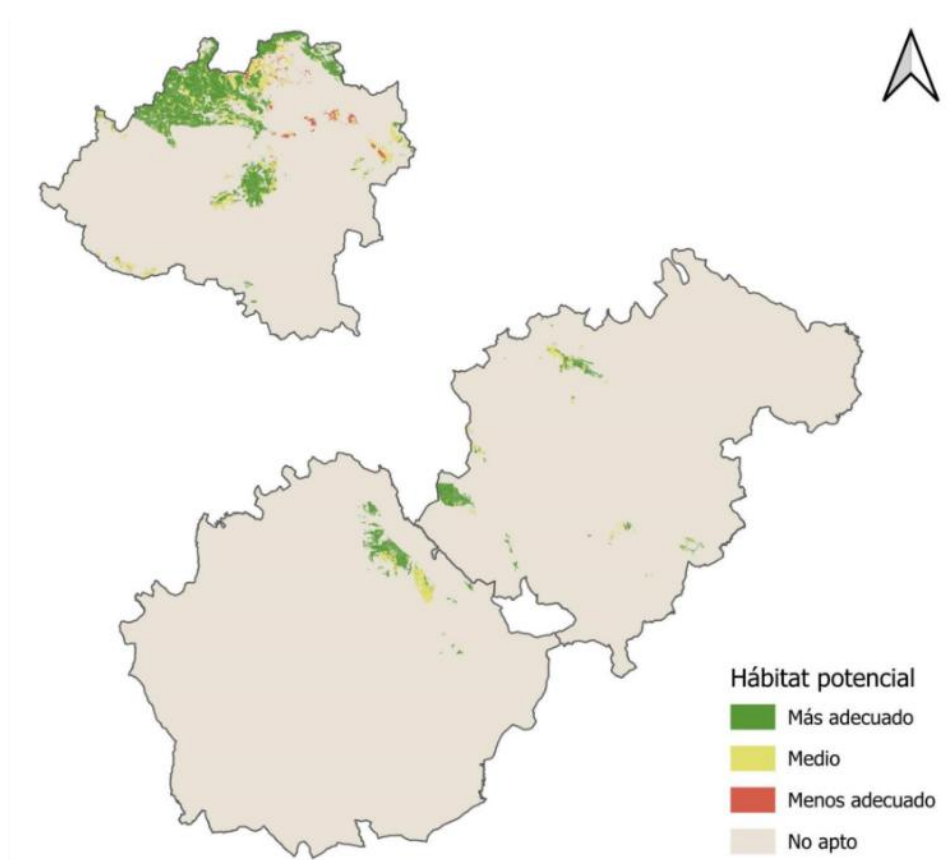


Figura 34. Hábitats potenciales de Boletus edulis

Calocybe gambosa (Perrechico)

Tabla 29. Criterios empleados para la valoración de los hábitats potenciales de Calocybe gambosa

CRITERIO	OPCIONES	PESO
Fracción de cabida cubierta	Bosque denso	0.5
	Bosque abierto	3
Fase de desarrollo	Bosque joven	2.5
	Bosque adulto	3
Naturaleza del suelo	Silíceo	2
	Calizo	3
Orientación	Umbría	3
	Solana	2
Posición orográfica	Vaguada	3
	Ladera	2
Clasificación climática	I	0
	II	2
	III	3

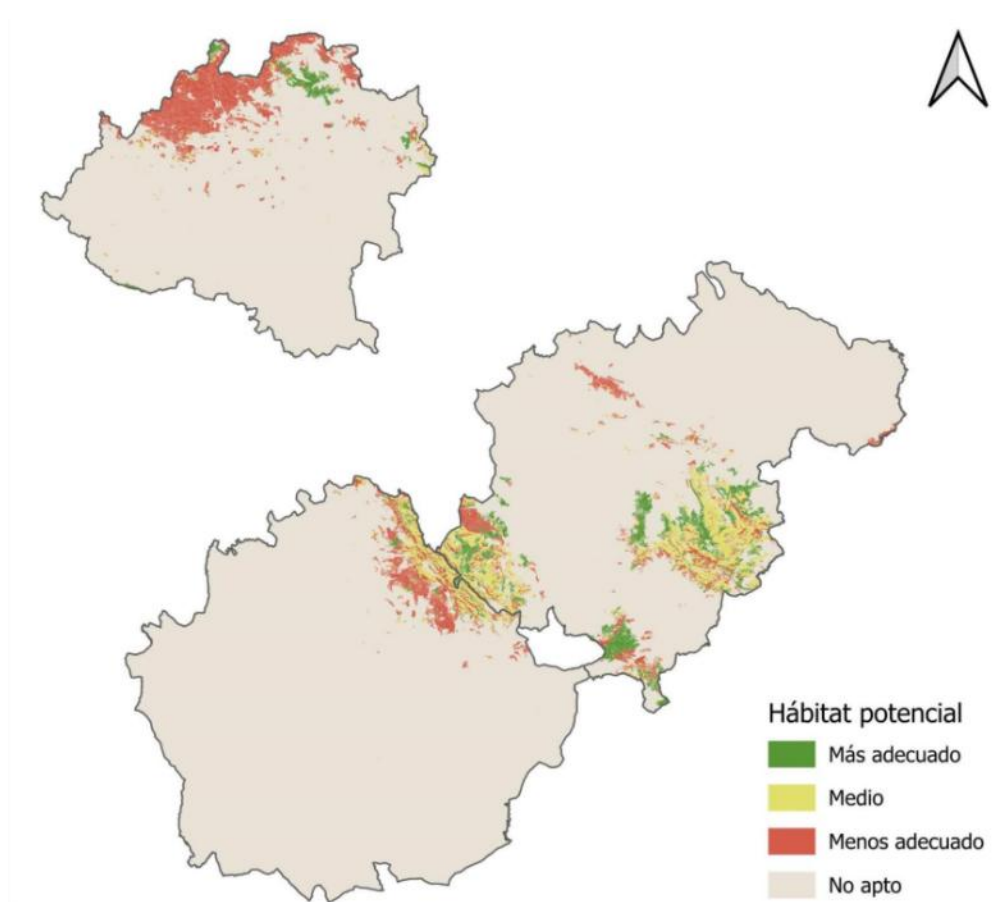


Figura 35. Hábitats potenciales de Boletus edulis

Lactarius deliciosus

Tabla 30. Criterios empleados para la valoración de los hábitats potenciales de Lactarius deliciosus

CRITERIO	OPCIONES	PESO
Fracción de cabida cubierta	Bosque denso	3
	Bosque abierto	3
Fase de desarrollo	Bosque joven	3
	Bosque adulto	2
Naturaleza del suelo	Silíceo	3
	Calizo	1.5
Orientación	Umbría	3
	Solana	2
Posición orográfica	Vaguada	2
	Ladera	3
Clasificación climática	I	1
	II	2
	III	3

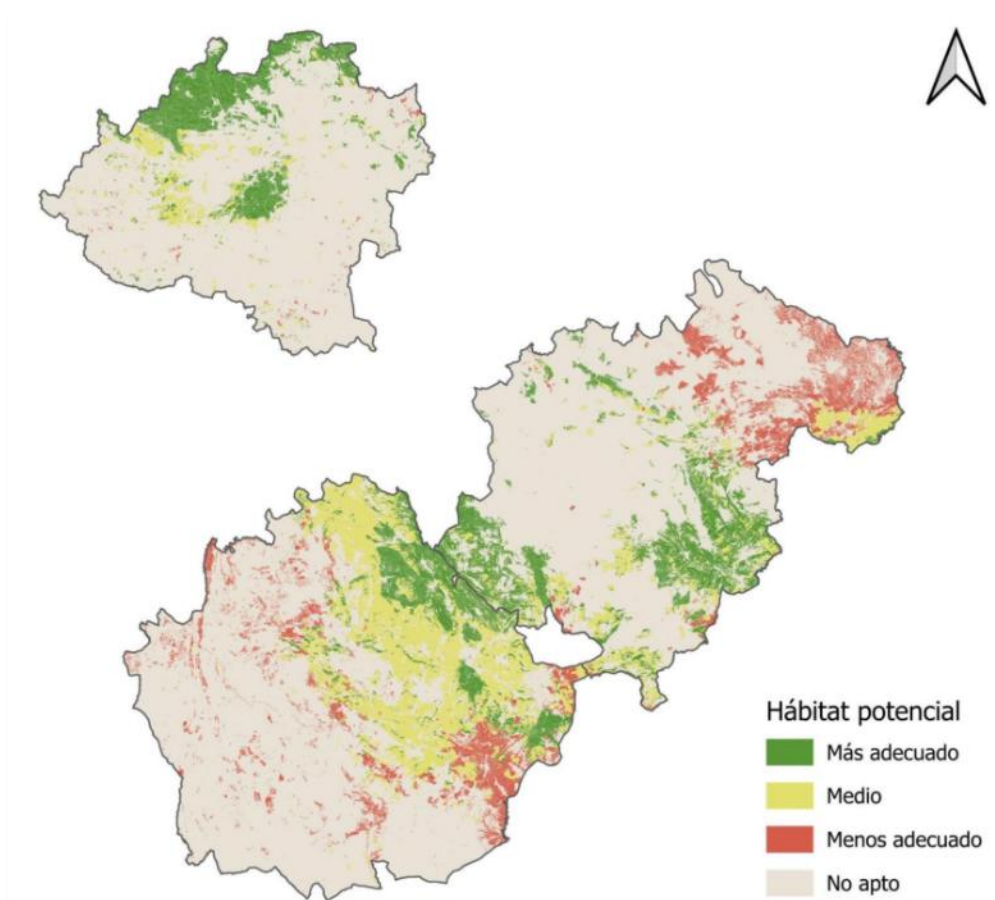


Figura 36. Hábitats potenciales de Lactarius deliciosus

***Pleuretus eryngii* (Seta de cardo)**

Tabla 31. Criterios empleados para la valoración de los hábitats potenciales de Pleuretus eryngii

CRITERIO	OPCIONES	PESO
Fracción de cabida cubierta	Bosque denso	0
	Bosque abierto	3
Fase de desarrollo	Bosque joven	1
	Bosque adulto	3
Naturaleza del suelo	Silíceo	2
	Calizo	3
Orientación	Umbría	2.5
	Solana	3
Posición orográfica	Vaguada	2.5
	Ladera	3
Clasificación climática	I	1
	II	2
	III	3

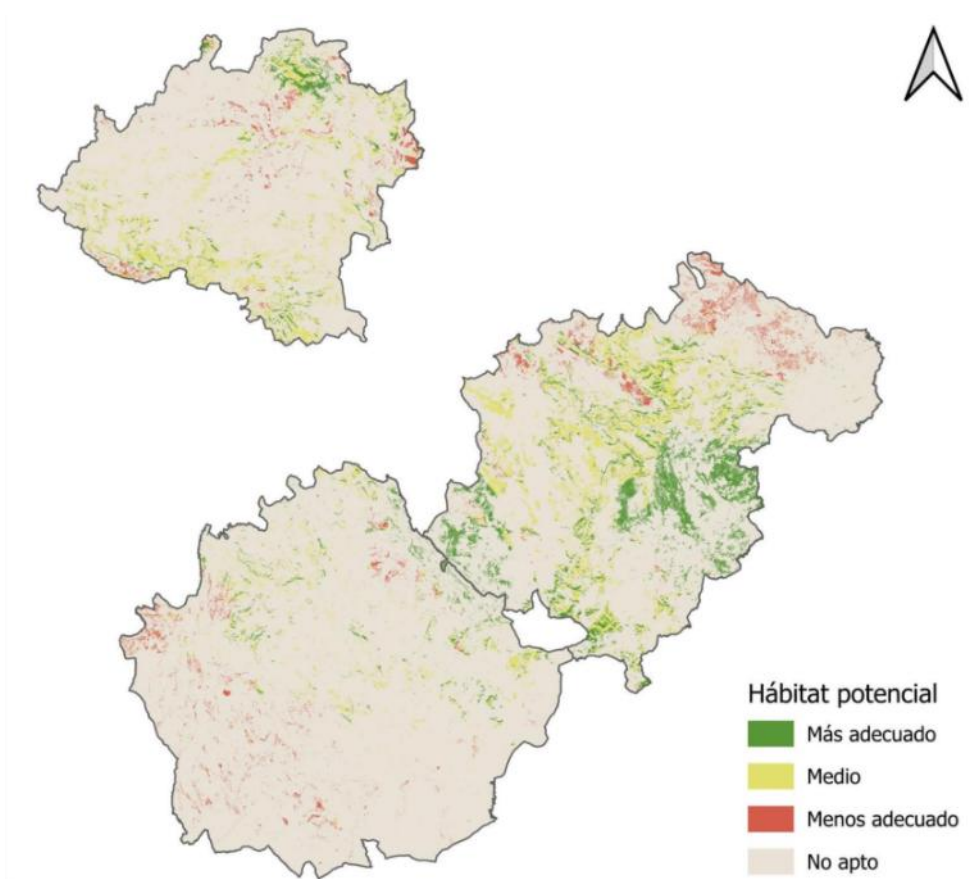


Figura 37. Hábitats potenciales de Pleuretus eryngii

Hygrophorus gliocyclus (Llanega blanca)

Tabla 32. Criterios empleados para la valoración de los hábitats potenciales de Hygrophorus gliocyclus

CRITERIO	OPCIONES	PESO
Fracción de cabida cubierta	Bosque denso	3
	Bosque abierto	2
Fase de desarrollo	Bosque joven	2.5
	Bosque adulto	3
Naturaleza del suelo	Silíceo	0.5
	Calizo	3
Orientación	Umbría	3
	Solana	2
Posición orográfica	Vaguada	2.5
	Ladera	3
Clasificación climática	I	2
	II	3
	III	3

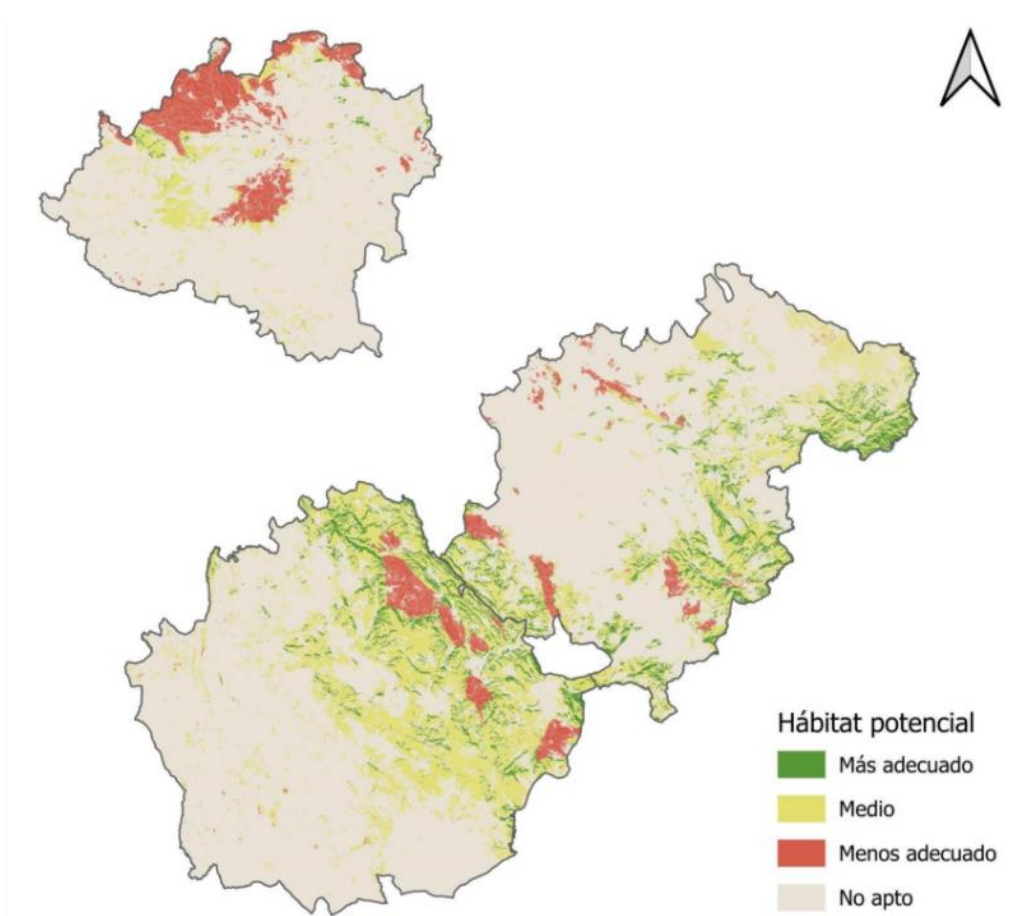
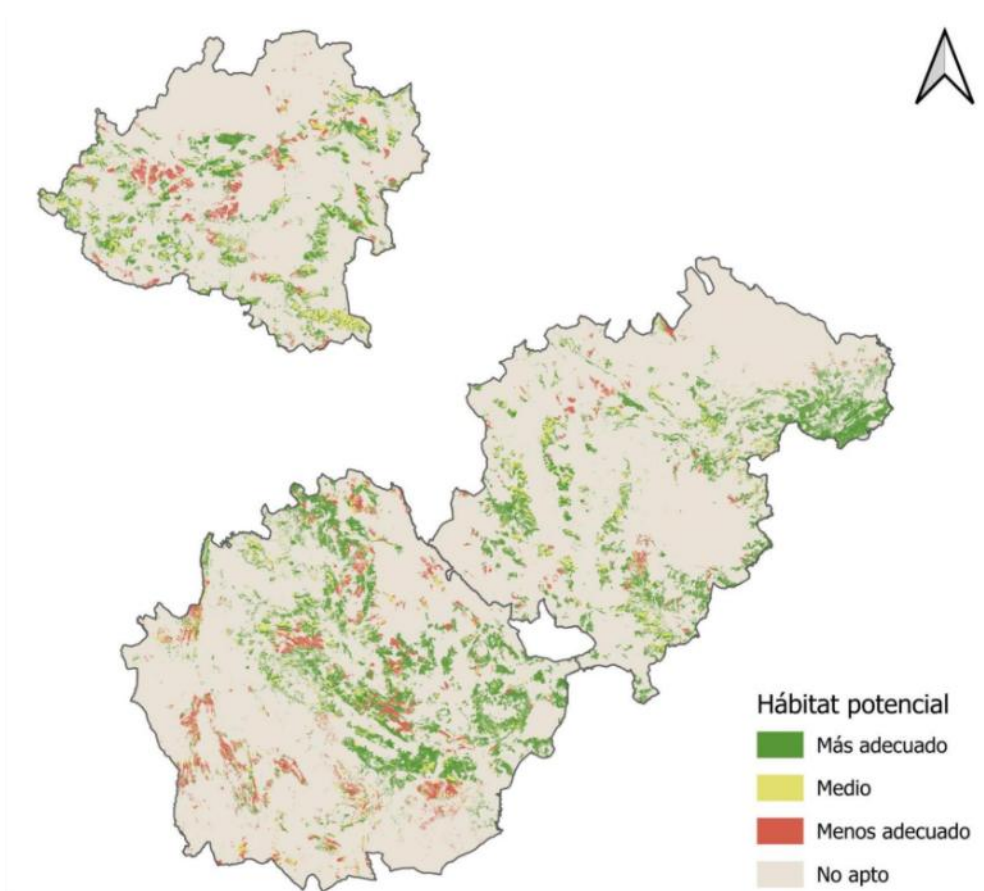


Figura 38. Hábitats potenciales de Hygrophorus gliocyclus

Trufa silvestre (*Tuber melanosporum*)

*Tabla 33. Criterios empleados para la valoración de los hábitats potenciales de *Tuber melanosporum**

CRITERIO	OPCIONES	PESO
Fracción de cabida cubierta	Bosque denso	1
	Bosque abierto	3
Fase de desarrollo	Bosque joven	2
	Bosque adulto	3
Naturaleza del suelo	Silíceo	0
	Calizo	3
Orientación	Umbría	1.5
	Solana	3
Posición orográfica	Vaguada	2.5
	Ladera	3
Clasificación climática	I	1
	II	3
	III	2.5



*Figura 39. Hábitats potenciales de *Tuber melanosporum**

MAPA POTENCIAL MICOLÓGICO

La integración de todos los criterios descritos ha permitido elaborar mapas específicos para cada especie, donde se reflejan las zonas potencialmente óptimas, moderadamente aptas y no aptas para su fructificación. Asimismo, se ha generado un mapa sintético que representa el potencial micológico general de cada zona del territorio analizado, por combinación de los resultados obtenidos para las diferentes especies de setas (sin contar la trufa).

3. Confección de planes de fomento de la bioeconomía en montes en estado de abandono

En el marco de la Subacción A5.2 se ha llevado a cabo la confección de planes de fomento de la bioeconomía en montes privados en estado de abandono, mediante un proceso de dinamización y trabajo técnico desarrollado en las provincias de **Cuenca, Soria y Teruel**.

El proceso se inicia con el **contacto con los propietarios privados** y la localización de sus parcelas, promoviendo en paralelo la **posible creación de agrupaciones o asociaciones de propietarios**, en coherencia con las dinámicas impulsadas en la Acción 3.3. Una vez identificadas las fincas, se realiza una **primera caracterización del recurso mediante la herramienta desarrollada en el marco de esta acción**, que permite identificar de forma preliminar las oportunidades de aprovechamiento existentes. A partir de esta caracterización inicial, se lleva a cabo una **evaluación técnica en campo**, con el fin de analizar con mayor detalle las condiciones del monte y determinar su potencial de aprovechamiento, aportando así al propietario una información más precisa para la elaboración del correspondiente plan de fomento de la bioeconomía. Si bien el detalle metodológico y el contenido técnico de cada plan se recogen en sus respectivos documentos específicos, en el presente informe se incorpora una **síntesis cuantitativa** que permite visualizar de forma agregada el alcance territorial y la diversidad de aprovechamientos abordados.

La **Tabla 34** recoge el número de planes de fomento elaborados, su distribución por provincia y la tipología de aprovechamientos contemplados. De su análisis se desprende que los aprovechamientos vinculados a la **madera y la biomasa** constituyen la línea de actuación principal en el conjunto de los territorios, mientras que los planes relacionados con la **ganadería extensiva** y la **apicultura** presentan una implantación relevante y complementaria.

Asimismo, aunque con menor peso relativo, se han desarrollado actuaciones vinculadas a **resina y captura de CO₂**, lo que pone de manifiesto la voluntad de diversificar las líneas de bioeconomía forestal en función de las características y oportunidades específicas de cada territorio.

Este resumen cuantitativo permite disponer de una **visión global y comparativa** de los planes de fomento ejecutados y constituye el punto de partida para el análisis de la

coherencia territorial y eficiencia desarrollado en el marco de la **Subacción A5.3**, donde se evalúa la correspondencia entre la localización de las actuaciones y el potencial estimado por la herramienta de caracterización.

Tabla 34. Distribución de los planes de fomento de la bioeconomía por provincia y tipología de aprovechamiento.

Provincia	Biomasa	Pastos	Apicultura	CO₂	Resina	Total
Cuenca	8	8	5	0	0	21
Soria	62	13	2	3	4	84
Teruel	46	3	8	0	0	57
Total	116	24	15	3	4	162

La tabla muestra, en primer lugar, una clara especialización del proyecto en planes de fomento vinculados al aprovechamiento de **biomasa**, que concentran **116 de los 162 planes** identificados, es decir, **el 71,6 % del total**. A bastante distancia se sitúan los planes asociados a **pastos (24, 14,8 %)** y **apicultura (15, 9,3 %)**, mientras que las tipologías de **CO₂ (3, 1,9 %)** y **resina (4, 2,5 %)** presentan una presencia mucho más limitada.

En conjunto, esta distribución confirma que el proyecto se ha apoyado principalmente en la biomasa como aprovechamiento con mayor capacidad de activación territorial, sin perjuicio de incorporar otras líneas complementarias de diversificación forestal.

La tabla también pone de relieve una **distribución territorial desigual**, aunque coherente con la distinta estructura forestal y el diferente grado de desarrollo de cada ámbito provincial. **Soria** concentra el mayor número de planes, con **84 (51,9 % del total)**, seguida de **Teruel**, con **57 (35,2 %)**, mientras que **Cuenca** registra **21 planes (13,0 %)**. Esta diferencia no debe interpretarse automáticamente en términos de desequilibrio negativo, sino como reflejo de factores como la distinta disponibilidad de recurso, la diferente intensidad de la movilización previa y el grado de madurez de los procesos de dinamización y ordenación forestal en cada territorio.

Desde una lectura más detallada por tipologías, se observa además que **Soria** presenta la cartera más diversificada, al ser la única provincia con presencia relevante en todas las categorías, incluidos los planes ligados a **CO₂** y **resina**. **Teruel** muestra también un peso muy significativo, especialmente en **biomasa** y **apicultura**, mientras que **Cuenca** presenta una escala más reducida y una distribución más concentrada, con especial presencia de **biomasa** y **pastos**. Todo ello sugiere que, aunque el patrón general del proyecto está claramente orientado hacia la biomasa, su despliegue territorial no ha sido homogéneo, sino adaptado a las condiciones y oportunidades concretas de cada provincia.

Tabla 35. Superficie media del plan por tipología

Tipología	N° planes	Superficie total	Superficie media por plan
Biomasa	116	35.519,46 ha	306,20 ha/plan
Pastos	24	11.738,24 ha	489,13 ha/plan
Apicultura	15	8.724,88 ha	581,60 ha/plan
CO ₂	3	215 ha	71,67 ha/plan
Resina	4	316 ha	79 ha/plan
	162	56.513,58 ha	348,85 ha/plan

La tabla muestra que, aunque la **biomasa** constituye la tipología con mayor número de planes (**116**) y también la mayor superficie agregada (**35.519,46 ha**), no es la que presenta una mayor dimensión media por instrumento. Su **superficie media por plan** se sitúa en **306,20 ha/plan**, por debajo de la registrada en **pastos** y, sobre todo, en **apicultura**. Este resultado indica que el liderazgo de la biomasa en el proyecto responde principalmente a su elevada implantación y capilaridad territorial, más que a una mayor dimensión unitaria de los planes.

En contraste, los planes vinculados a **apicultura** alcanzan la **mayor superficie media**, con **581,60 ha/plan**, seguidos de los de **pastos**, con **489,13 ha/plan**. Aunque ambas tipologías cuentan con un volumen de planes notablemente inferior al de biomasa, su tamaño medio evidencia una mayor extensión territorial por actuación, lo que puede asociarse a modelos de aprovechamiento que requieren ámbitos espaciales más amplios o a una mayor agregación superficial de las unidades gestionadas.

Por su parte, las tipologías de **CO₂** y **resina** presentan tanto un número muy reducido de planes como una dimensión media significativamente menor, con **71,67 ha/plan** y **79 ha/plan**, respectivamente. En estos casos, la menor superficie no necesariamente implica una menor relevancia cualitativa, sino que apunta a líneas de actuación más incipientes, más focalizadas o vinculadas a ámbitos de intervención más concretos.

En conjunto, la tabla permite concluir que el proyecto no solo presenta diferencias en el **volumen de planes por tipología**, sino también en la **escala media de superficie gestionada**. Así, mientras la biomasa actúa como la principal línea tractora por número y superficie total movilizada, la apicultura y los pastos destacan por una mayor dimensión media por plan, reflejando una estructura de implantación distinta según el tipo de aprovechamiento.

3.1 Número de planes por provincia y tipología

La distribución de planes revela una especialización territorial clara.

En **Soria**, el peso de la **biomasa es dominante: 62 de los 77 planes comparables pertenecen a esta categoría**. Esto sugiere una orientación muy marcada hacia los aprovechamientos forestales maderables y selvícolas, en coherencia con la **tradición forestal provincial y con el trabajo histórico de ASFOSO en articulación de propietarios y gestión forestal**.

En **Teruel**, aunque también domina biomasa, **la presencia relativa de apicultura es mayor que en el resto de los territorios**. Esto indica una **diversificación más intensa de la bioeconomía forestal hacia aprovechamientos no maderables**.

En **Cuenca**, el **reparto es más equilibrado entre biomasa y pastos**, con una presencia apícola también apreciable. Esa distribución sugiere una **estructura menos especializada y más abierta a distintas formas de activación del recurso**.

En términos de evaluación, este reparto territorial es positivo. Lejos de mostrar un modelo uniforme y rígido, evidencia que el proyecto ha sido capaz de adaptar los planes a las condiciones de recurso, gobernanza y oportunidad de cada provincia.

3.2 Análisis de los recursos caracterizados

3.2.1 Recurso total, recurso medio por plan y recurso por hectárea

Tipología	Recurso total caracterizado	Recurso medio por plan	Recurso caracterizado por ha
<i>Biomasa</i>	555.833,97 m ³	4.791,67 m ³ /plan	16,92 m ³ /ha
<i>Pastos</i>	9.385,91 ha	391,08 ha/plan	
<i>Apicultura</i>	4.778,50 ha	318,57 ha/plan	

El primer resultado destacable es la clara primacía de la biomasa en términos de recurso total caracterizado. Los planes de esta tipología concentran **555.833,97 m³**, lo que confirma que el proyecto ha sido capaz de generar una cartera de recurso forestal de gran entidad. Este dato es especialmente relevante porque pone de manifiesto que los planes de fomento no se han limitado a ordenar superficies, sino que han permitido identificar y cuantificar un volumen material de recurso con capacidad real de valorización.

El **recurso medio por plan** refuerza esta interpretación. En biomasa, cada plan caracteriza de media **4.791,67 m³**, frente a **391,08 ha/plan** en pastos y **318,57 ha/plan** en apicultura. Esta diferencia indica que la biomasa constituye la principal base económica del proyecto, al concentrar mayor densidad de valor potencial por unidad de planificación. Pastos y apicultura, por su parte, aportan una lógica distinta: menos volumen económico unitario, pero una elevada capacidad de diversificación y de ocupación funcional del territorio.

El indicador de **recurso caracterizado por hectárea** permite afinar aún más la lectura. En biomasa alcanza **16,92 m³/ha**, lo que refleja una buena intensidad productiva del recurso forestal inventariado. En consecuencia, el proyecto presenta una clara fortaleza: una potente base maderable y selvícola.

3.2.2 Evaluación del esfuerzo de caracterización

La lectura global de estos datos es claramente positiva. **El proyecto no se ha limitado a redactar planes formales, sino que ha sido capaz de cuantificar de forma útil un volumen muy considerable de recurso, especialmente en biomasa.** La relevancia de este resultado se entiende mejor al ponerlo en relación con lo previsto en la acción A5.2, donde se establecía la necesidad de confeccionar planes para un amplio espectro de recursos y sobre una superficie mínima de 8.550 hectáreas. El proyecto ha superado ampliamente esa escala de planificación.

No obstante, también conviene introducir una lectura cualitativa: una caracterización elevada no garantiza por sí sola una movilización elevada. De hecho, cuanto más ambiciosa es la cartera de recurso identificada, más exigente resulta después el proceso de conversión de ese potencial en mercado. Esta idea será clave al interpretar los ratios de movilización.

4. seguimiento de las acciones de caracterización de bosques y de redacción de planes de fomento de la bioeconomía

La Subacción A5.3 tiene como finalidad analizar la **eficiencia y coherencia** de las actuaciones desarrolladas en el marco de la Acción 5, evaluando tanto el proceso de caracterización de montes realizado mediante la herramienta desarrollada en la Subacción A5.1 como la localización y contenido de los planes de fomento de la bioeconomía elaborados en la Subacción A5.2.

El objetivo principal de esta evaluación es determinar el grado de correspondencia entre el **potencial estimado por la herramienta de caracterización** y la ubicación real de los planes de aprovechamiento redactados en las provincias de Cuenca, Soria y Teruel. De este modo, se pretende verificar si los planes se han desarrollado prioritariamente en aquellas áreas identificadas como de mayor potencial para los distintos recursos forestales considerados, y analizar las posibles desviaciones detectadas.

Asimismo, esta evaluación busca valorar la capacidad de la herramienta para servir como **apoyo eficaz a la toma de decisiones** en la movilización de la bioeconomía forestal, identificando fortalezas, limitaciones y posibles mejoras. Los resultados obtenidos permitirán extraer conclusiones sobre la idoneidad del modelo aplicado y aportar recomendaciones para su **replicabilidad y escalabilidad** en otros territorios con características similares.

4.1 Metodología de análisis

Para evaluar la eficiencia de las acciones desarrolladas en el marco de la Acción 5 se ha llevado a cabo un **análisis comparativo** entre los resultados obtenidos mediante la **herramienta de caracterización de montes** (Subacción A5.1) y la **ubicación geográfica de los planes de fomento de la bioeconomía** redactados en la Subacción A5.2.

El procedimiento metodológico ha consistido en la superposición, mediante herramientas de análisis geoespacial (SIG), de las siguientes capas de información:

- **Mapas de potencial** generados por la herramienta para los distintos recursos forestales considerados.
- **Delimitación geográfica de las parcelas o montes** objeto de planes de aprovechamiento.

El **potencial** estimado por la herramienta para cada recurso se ha **categorizado en distintos niveles (alto, medio y bajo)**, permitiendo asignar a cada plan de fomento una categoría de potencial en función de su localización. A partir de esta clasificación se han calculado:

- **El porcentaje de planes ubicados en cada categoría de potencial.**
- **La distribución de resultados por provincia.**
- **La distribución por tipología de recurso.**

Este análisis permite medir el grado de coherencia territorial entre las recomendaciones derivadas de la herramienta y las actuaciones efectivamente desarrolladas, proporcionando una base objetiva para valorar su capacidad predictiva y su utilidad como instrumento de apoyo a la toma de decisiones en el ámbito de la bioeconomía forestal.

4.2 Análisis de los resultados numéricos y espaciales

El análisis comparativo entre la localización de los planes de fomento disponibles y la clasificación de potencial obtenida mediante la herramienta digital permite identificar, de forma general, una **elevada coherencia territorial** entre ambas variables.

De manera agregada, se observa que una parte mayoritaria de las actuaciones se sitúan en áreas clasificadas como **potencial alto o medio** para las distintas actividades de bioeconomía consideradas.

Esta tendencia es especialmente evidente en los planes vinculados a **apicultura y mejora de pastos**, donde la correlación entre el potencial estimado y la ubicación real de las actuaciones es notable. En el caso de los aprovechamientos de **madera-biomasa**, aun manteniéndose una proporción relevante de planes en zonas favorables, se detecta una mayor disparidad derivada de los criterios de parametrización empleados en la herramienta.

Madera - biomasa

En relación con los planes de **madera-biomasa**, aproximadamente un **35 %** se localiza en áreas clasificadas como de potencial alto y un **20 %** en zonas de potencial medio. Sin embargo, en torno a un **42 %** de las actuaciones se sitúan en áreas inicialmente clasificadas como descartadas para la actividad maderera. Esta aparente discrepancia se explica, en gran medida, por los criterios técnicos aplicados en la modelización del potencial maderero.

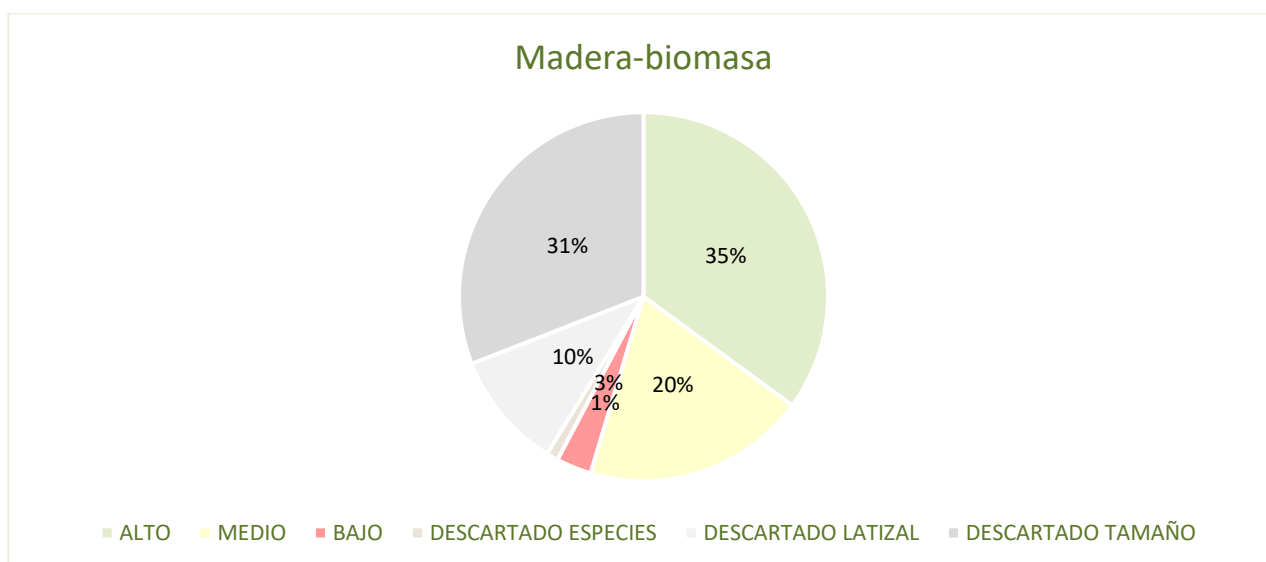


Figura 40. Porcentaje de planes de fomento de madera-biomasa localizados en cada clase de potencial

Por ejemplo, uno de los planes se elaboró para analizar la corta de una **chopera**, especie no contemplada entre las consideradas de interés maderero en la herramienta. Este hecho explica su clasificación como área descartada y queda contextualizado al tratarse de un caso puntual dentro del conjunto analizado.

Asimismo, aproximadamente un **10 %** de los planes se desarrollaron sobre masas arbóreas en estado de **latizal**, mientras que la herramienta únicamente consideró para la evaluación del potencial las áreas en estado de **fustal** de determinadas especies, atendiendo exclusivamente al potencial beneficio económico. No obstante, en la práctica se incluyeron actuaciones en latizales por motivos de gestión forestal preventiva, especialmente vinculados a la reducción del riesgo de incendios.

Otro de los criterios más restrictivos empleados fue el **tamaño mínimo de parcela**, descartándose aquellas clasificadas como minifundios por no alcanzar una dimensión considerada económicamente viable de forma individual. En torno a un **31 %** de los planes ubicados en zonas inicialmente descartadas responden a este criterio. En muchos de estos casos, la actuación se apoyó en procesos de **asociacionismo y agrupación de**

propietarios forestales privados, que permiten generar viabilidad económica conjunta allí donde, de forma aislada, no existiría potencial suficiente.

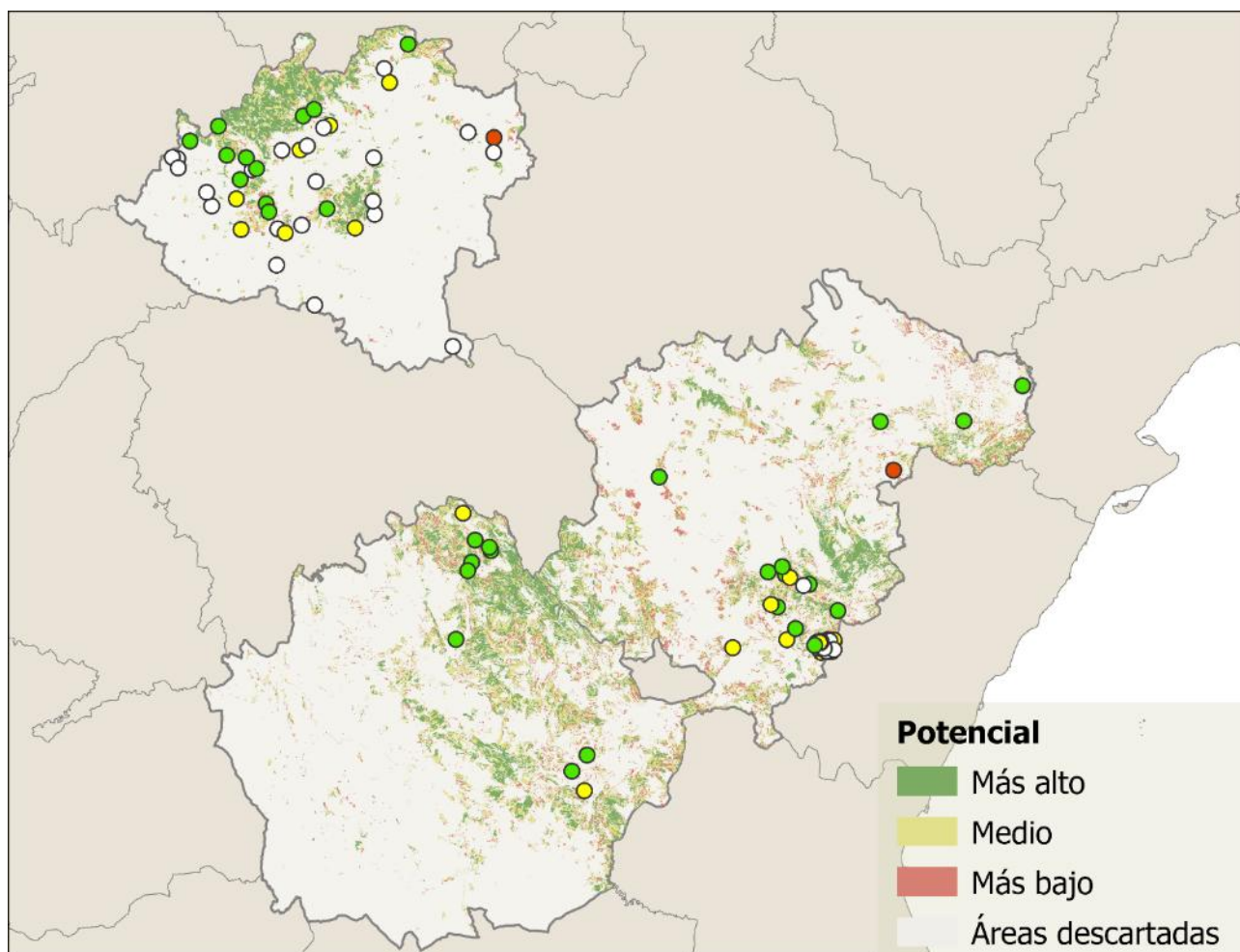


Figura 41. Relación entre la localización de los planes de fomento y el potencial del territorio para la generación de madera-biomasa

Desde el punto de vista territorial, se observan diferencias relevantes:

- En **Cuenca**, la totalidad de los planes de madera-biomasa analizados se localizan en áreas clasificadas como de potencial alto o medio.
- En **Teruel**, una parte significativa de los planes se ubica en zonas afectadas por minifundismo, donde se ha promovido activamente la creación de asociaciones forestales, lo que explica su clasificación previa como descartadas por tamaño.

- En **Soria**, se registra una presencia destacada de actuaciones en masas en estado de latizal, lo que justifica igualmente determinadas discrepancias respecto a la modelización inicial.

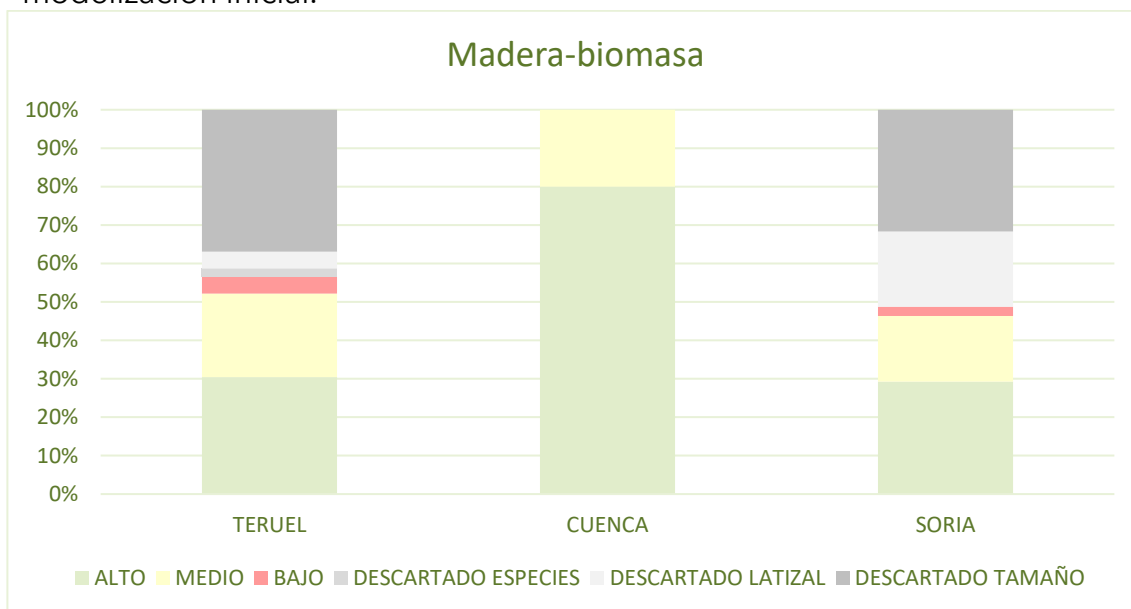


Figura 42. Porcentaje de planes de fomento de madera-biomasa localizados en cada clase de potencial por provincia

Apicultura

En el ámbito de la **apicultura**, la mayor parte de los planes de fomento se sitúan en áreas clasificadas como de **potencial melífero alto**, evidenciando una clara coherencia entre la herramienta y la localización efectiva de las actuaciones.

Las ubicaciones clasificadas como potencial medio se corresponden, en general, con zonas donde la disponibilidad hídrica era limitada. En estos casos, las actuaciones se orientaron a la generación o mejora de puntos de agua para favorecer el desarrollo de la actividad apícola, incrementando así el potencial efectivo del entorno.

Este comportamiento refuerza la **capacidad predictiva de la herramienta** en actividades donde los parámetros biofísicos considerados se alinean estrechamente con los condicionantes reales de implantación.

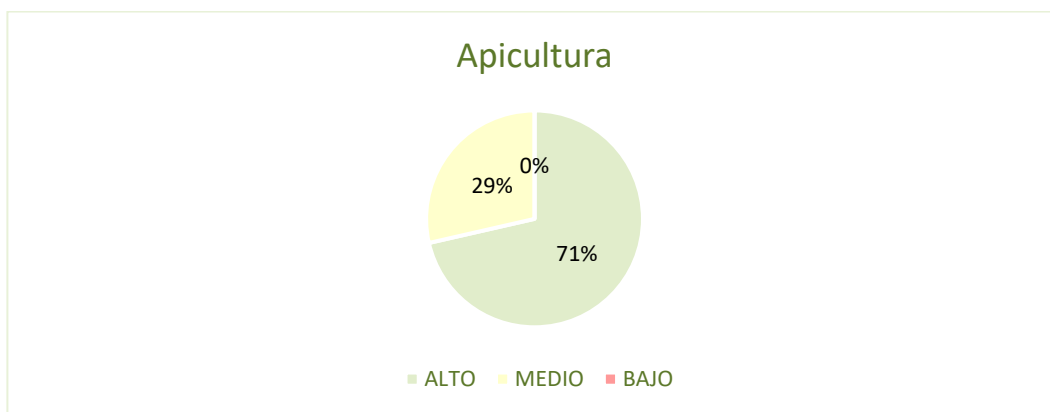


Figura 43. Porcentaje de planes de fomento de apicultura localizados en cada clase de potencial

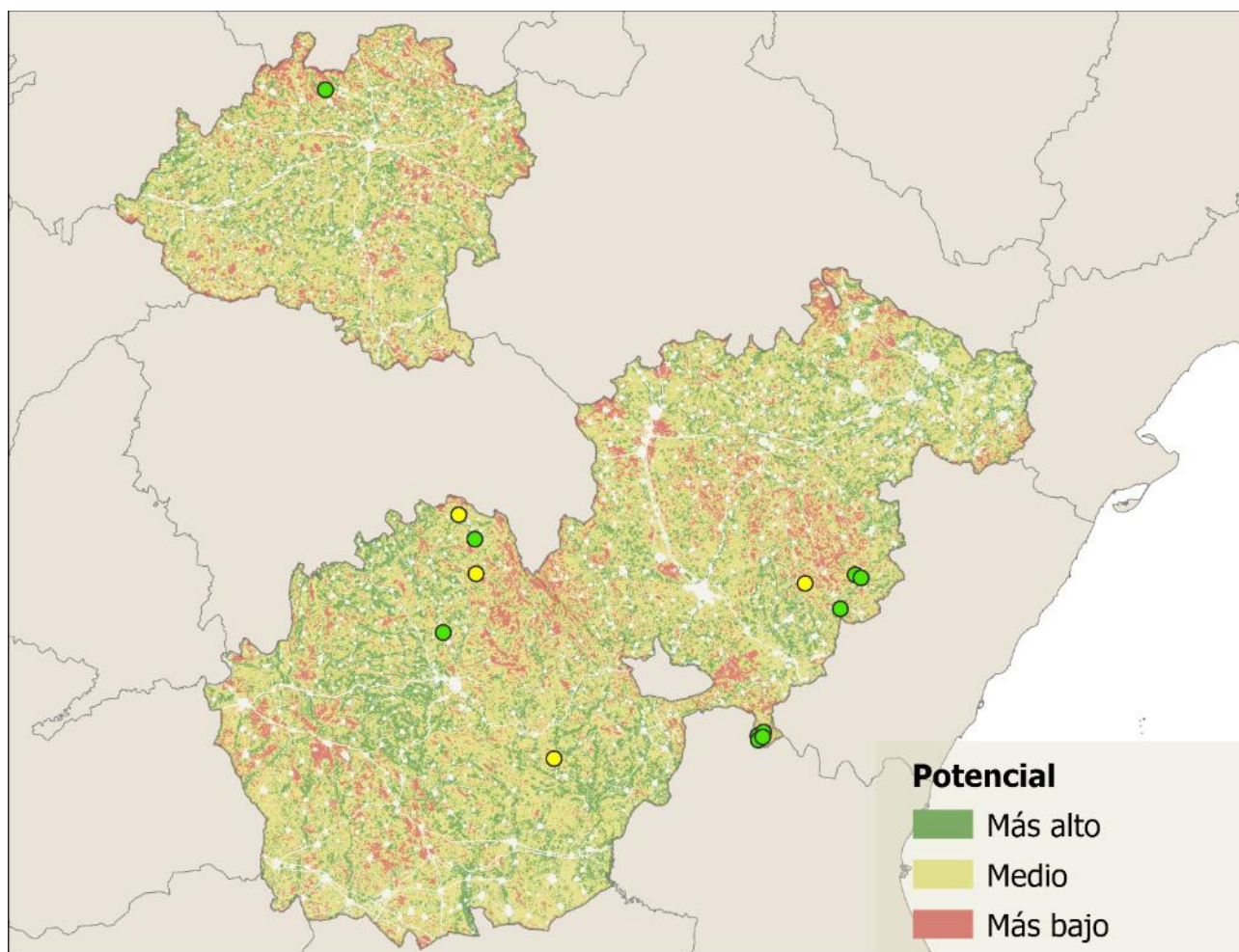


Figura 44. Relación entre la localización de los planes de fomento y el potencial del territorio para la apicultura

Pastos

En lo que respecta a los planes de **mejora de pastos**, cerca de un **60 %** de las actuaciones se localizaron en áreas con potencial pascícola alto, consolidando y optimizando zonas ya aptas para la actividad ganadera.

Las intervenciones desarrolladas en áreas clasificadas como de potencial medio o bajo respondieron, en muchos casos, a una estrategia de mejora progresiva del territorio, con el objetivo de incrementar la capacidad productiva de áreas con margen de desarrollo.

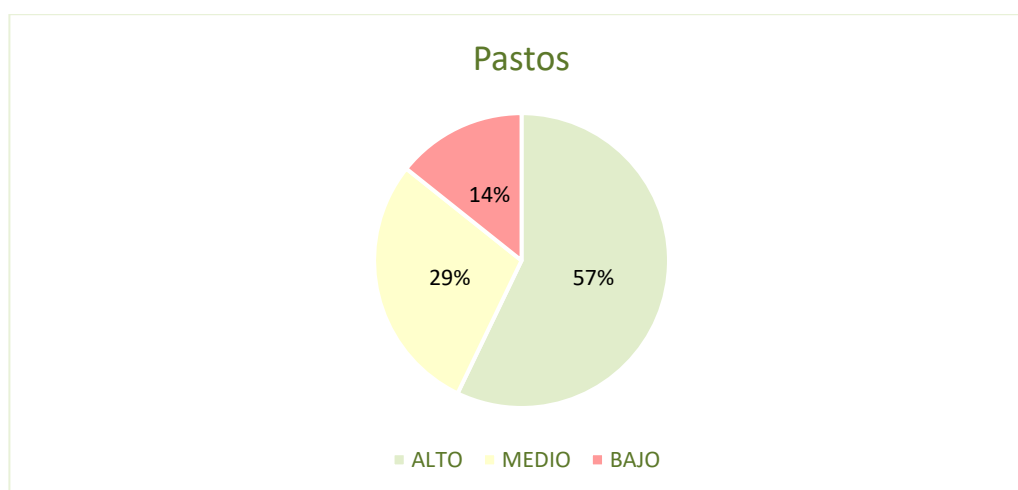


Figura 45. Porcentaje de planes de fomento de ganadería-pastos localizados en cada clase de potencial

A nivel provincial:

- En **Teruel**, la totalidad de los planes se realizaron en zonas de potencial alto.
- En **Cuenca y Soria**, predominan actuaciones en áreas de potencial medio o bajo, orientadas a mejorar las condiciones pascícolas del entorno.

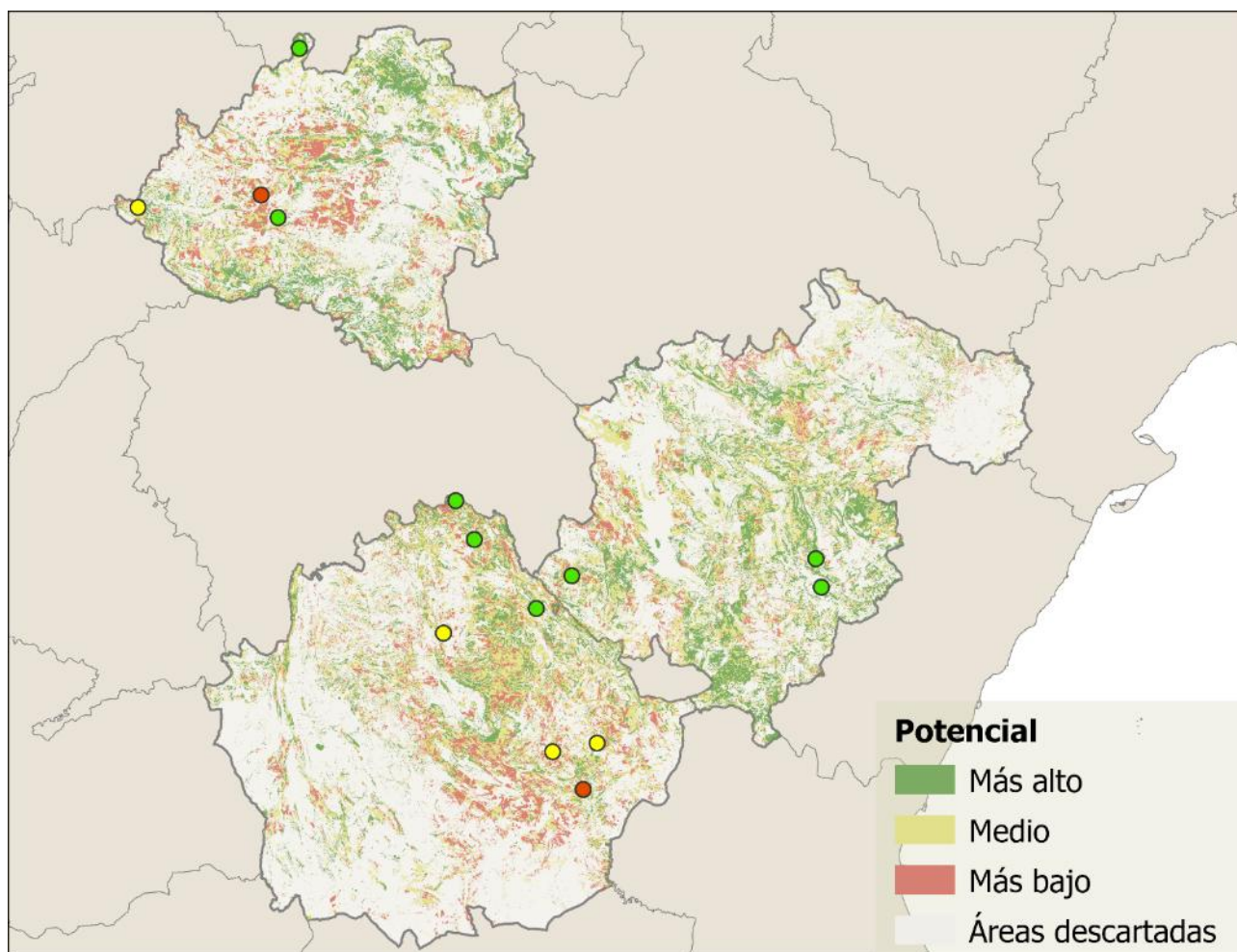


Figura 46. Relación entre la localización de los planes de fomento y el potencial pascícola del territorio

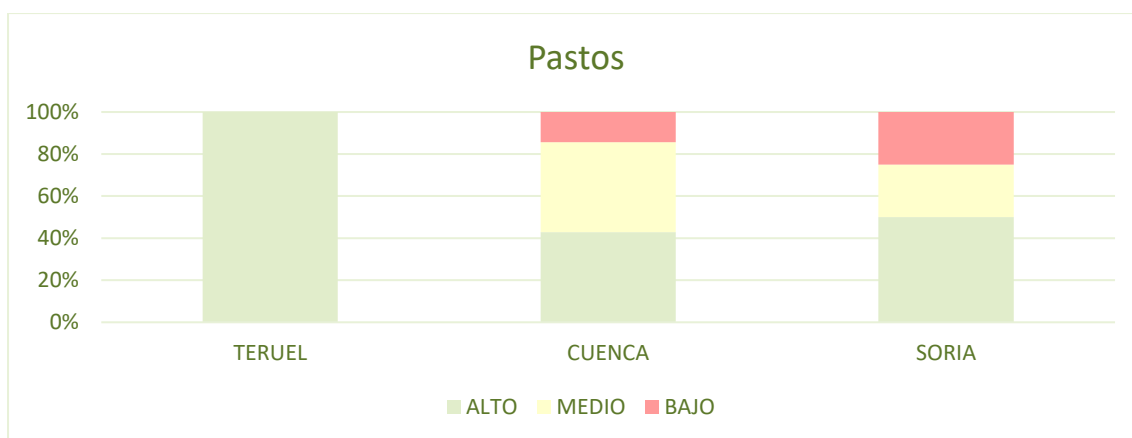


Figura 47. Porcentaje de planes de fomento de ganadería-pastos localizados en cada clase de potencial por provincia

5. CONCLUSIONES

De forma global, los resultados obtenidos permiten afirmar que la herramienta digital desarrollada en la Subacción A5.1 presenta una **adecuada capacidad de orientación territorial**, especialmente en las actividades de apicultura y mejora de pastos, donde la coherencia entre potencial estimado y ubicación real es elevada.

En el caso de la madera-biomasa, las discrepancias detectadas no responden a fallos estructurales del modelo, sino a decisiones de parametrización deliberadamente restrictivas, centradas en criterios económicos, estado de masa y tamaño mínimo de parcela. La aplicación práctica ha evidenciado que factores como el asociacionismo, la gestión preventiva o la inclusión de especies no consideradas inicialmente pueden modificar la viabilidad real de determinadas áreas, ampliando el marco de actuación más allá de los supuestos estrictamente económicos considerados en la modelización inicial.

En consecuencia, la herramienta demuestra un **buen poder de predicción y una elevada utilidad como instrumento de apoyo a la toma de decisiones**, si bien su aplicación práctica pone de manifiesto la conveniencia de incorporar progresivamente variables sociales, organizativas y de gestión forestal que influyen de manera determinante en la movilización efectiva de la bioeconomía.

Asimismo, el análisis espacial ha permitido identificar la existencia de **zonas clasificadas con alto potencial en las que no se han desarrollado planes de fomento durante el periodo analizado**. Esta circunstancia no debe interpretarse como una limitación del modelo, sino como el reflejo de la realidad territorial: en numerosos casos se trata de áreas que ya cuentan con aprovechamientos consolidados, estructuras de gestión activas o dinámicas productivas en funcionamiento, lo que reduce la necesidad de intervención mediante nuevos planes de fomento. En otros supuestos, la ausencia de actuaciones puede estar vinculada a factores coyunturales de disponibilidad de propietarios o a prioridades estratégicas establecidas en cada territorio.

Desde una perspectiva estratégica, este resultado refuerza el valor de la herramienta como **instrumento prospectivo**, ya que permite no solo validar actuaciones realizadas, sino también identificar zonas de potencial aún no movilizadas que podrían constituir líneas prioritarias de intervención en fases posteriores.

En términos generales, puede afirmarse que la herramienta es **escalable, replicable y transferible a otros territorios**, siempre que se disponga de bases de datos equivalentes y se adapten los parámetros a las condiciones ecológicas y socioeconómicas locales. La metodología empleada facilita su exportación a otras provincias o regiones con problemáticas similares de abandono forestal.

Además, su carácter modular permite la incorporación progresiva de nuevos indicadores, ajustes en los umbrales de clasificación y adaptación a distintos contextos productivos, lo que la convierte en una base técnica sólida para el diseño de estrategias de bioeconomía forestal a escala regional o suprarregional.

En definitiva, la herramienta no solo ha demostrado su utilidad como mecanismo de validación territorial de actuaciones ejecutadas, sino también como **sistema de planificación estratégica orientado a la identificación de oportunidades futuras**, consolidándose como un instrumento con capacidad real de proyección más allá del ámbito territorial inicialmente analizado.

En lo que respecta al **proceso de elaboración de los planes de fomento**, una de las principales dificultades encontradas ha sido la **identificación y localización de los propietarios de las parcelas forestales**, así como el establecimiento de un canal de comunicación efectivo con ellos. Una vez establecido el contacto, ha resultado igualmente necesario realizar un proceso de **sensibilización y acompañamiento técnico**, orientado a poner de manifiesto que la activación de aprovechamientos vinculados a la bioeconomía forestal puede generar **beneficios que trascienden el ámbito estrictamente económico**, incluyendo mejoras en la gestión del monte, la prevención de incendios, la conservación de la biodiversidad y la dinamización del medio rural.

En numerosos casos, las parcelas presentan **dimensiones muy reducidas y una rentabilidad económica limitada**, lo que ha favorecido situaciones de **minifundismo y fragmentación de la propiedad**. Esta circunstancia se ve agravada por la existencia de fincas cuya titularidad no ha sido actualizada tras procesos sucesorios, permaneciendo registradas a nombre de propietarios fallecidos o sin una adecuada regularización jurídica. Como consecuencia, se generan **dificultades administrativas y legales para la gestión de estos terrenos**, además de una pérdida progresiva de conocimiento sobre la localización exacta y características de las parcelas por parte de los herederos.

Por otra parte, las **condiciones fisiográficas y de accesibilidad de los montes objeto de estudio** han supuesto también un factor condicionante en el desarrollo de los trabajos. Dado que la actuación se centra prioritariamente en **montes privados en estado de abandono o con escaso nivel de gestión**, muchas de las parcelas analizadas se localizan en áreas con **accesos limitados, pendientes acusadas o infraestructuras forestales insuficientes**, lo que ha dificultado tanto las labores de caracterización como las visitas de evaluación técnica en campo necesarias para la redacción de los planes de fomento.

RE
CO
NEC
TA