



**2025** | **16-20**  
GIJÓN | JUNIO

9º CONGRESO **FORESTAL** ESPAÑOL

**9CFE-1905**

---

Organiza





## Análisis de la dinámica forestal de la provincia de Soria utilizando el IFN3 y el IFN4

MARTÍNEZ-RODRIGO, R. (1), PORTO-RODRÍGUEZ, J.C. (1), SABÍN P. (1) Y BLÁZQUEZ-CASADO, A. (1)

(1) Fundación Cesefor, Pol. Ind. Las Casas, Calle C, parcela 4, 42005, Soria, España.

### Resumen

El cambio climático es el factor que genera mayor impacto en la actual dinámica de nuestros bosques y contra ello, la gestión forestal es clave para asegurar su continuidad. Conocer las dinámicas forestales es necesario para asegurar una buena gestión de los recursos. El Inventario Forestal Nacional (IFN) resulta una herramienta clave, ya que permite conocer la evolución forestal de parcelas fijas distribuidas de forma homogénea por todo el territorio y que son muestreadas de manera recurrente. El objetivo de este estudio es analizar los cambios producidos en las masas forestales más relevantes para la provincia de Soria en los últimos 20 años.

Se ha realizado una comparación entre las parcelas coincidentes del IFN3 e IFN4 en el marco del proyecto Life Soria ForestAdapt (LSFA) para las principales especies. Las variables analizadas son: especie principal, pureza (proporción de área basimétrica de la especie principal), número de clases diamétricas, número de pies, diámetro cuadrático medio y área basimétrica, además de evaluar la presencia y ausencia de estas especies en las diferentes parcelas. Como resultado se ha observado una tendencia hacia estructuras forestales más complejas, con bosques más maduros y mayor mezcla de especies y diversidad estructural.

### Palabras clave

Gestión forestal, Life Soria ForestAdapt, cambio climático, inventario, diversidad estructural.

### 1. Introducción

En las últimas décadas, el cambio climático ha emergido como uno de los principales desafíos para la sostenibilidad de los ecosistemas forestales a nivel global. Incrementos en la temperatura, cambios en los patrones de precipitación y mayor frecuencia de eventos extremos afectan la distribución y crecimiento de especies forestales (FAO & UNEP, 2020). En España, estos fenómenos alteran la composición y estructura de los bosques, como destacan estudios recientes que analizan la vulnerabilidad y adaptación de ecosistemas forestales mediterráneos (CANDEL-PÉREZ et al., 2022). Comprender estas respuestas es crucial para desarrollar estrategias adaptativas que mitiguen los impactos y aprovechen oportunidades emergentes (COLL, 2023).

El Inventario Forestal Nacional (IFN) es una herramienta clave para evaluar los recursos forestales en España (IFN, 2025), permitiendo detectar cambios en las masas forestales causados por factores ambientales, factores climáticos, o humanos, como la gestión forestal. La provincia de Soria destaca por su diversidad

de ecosistemas, dominados por especies como como *Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, *Pinus nigra*, *Quercus ilex*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus faginea*, *Juniperus thurifera* y *Fagus sylvatica* entre otras. Analizar las diferencias entre el IFN3 e IFN4 permite entender cómo han evolucionado estas masas en composición, estructura y biomasa, así como evaluar la eficacia de las prácticas de manejo aplicadas.

Este estudio se desarrolla en el marco del proyecto Life Soria ForestAdapt (LSFA), cuyo objetivo es aumentar la resiliencia de los bosques frente al cambio climático mediante medidas adaptativas en los planes de gestión forestal (PEFC-LSFA, 2025). Herramientas como Forest Adapt Tool y Fitoclim analizan el comportamiento de especies bajo escenarios climáticos futuros (LSFA, 2024).

## 2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es comparar las existencias forestales entre los inventarios forestales nacionales IFN3 e IFN4 en la provincia de Soria, utilizando parcelas permanentes para identificar tendencias en la evolución de los recursos forestales. Este análisis abarca un período de veinte años, con datos del IFN3 (2003-2004) y del IFN4 (2019-2020).

Siendo los objetivos específicos: (I) realizar un análisis comparativo de las parcelas inventariadas en el IFN3 e IFN4; (II) identificar tendencias en el uso y estado de las masas forestales, considerando variables como especies dominantes, pureza y estructura; y (III) evaluar el impacto de la gestión forestal y los cambios naturales en la evolución de las masas forestales de Soria.

## 3. Metodología

Se realizó un estudio de las parcelas del IFN en la provincia de Soria (Castilla y León, España) que se utilizarán en el análisis. Se seleccionaron parcelas inventariadas en ambos periodos para garantizar la continuidad y permitir comparaciones entre los dos periodos de tiempo. En la Figura 1 se muestra el mapa de la distribución de las parcelas del IFN3 y IFN4.

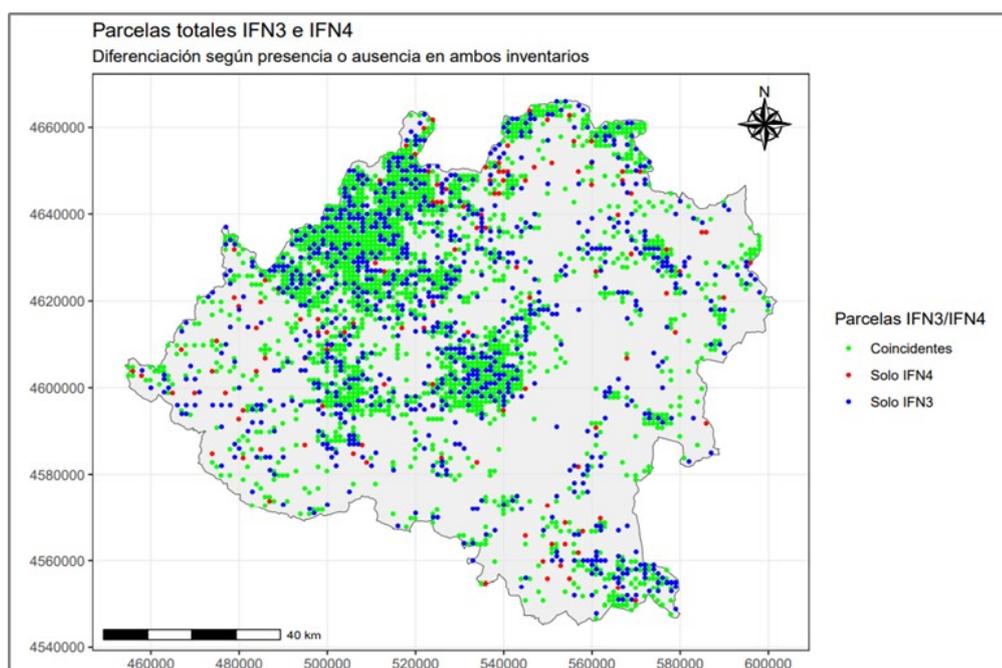




Figura 1. Localización de las parcelas del IFN 3 e IFN4 en la provincia de Soria.

Se contabilizaron pies mayores, menores (diámetro  $< 7.5$  cm), regenerado y matorral en las parcelas. Posteriormente, el análisis se enfocó en los cambios en las parcelas respecto a las variables más relevantes, tanto categóricas como numéricas, según los datos del IFN.

### 3.1. Análisis de las de las variables categóricas por parcela:

Para el análisis de las variables categóricas, se seleccionaron parcelas con pies mayores tanto en el IFN3 como en el IFN4, considerando las variaciones de la especie principal entre los inventarios. Esta especie se define como la que presenta mayor área basimétrica en la parcela.

Respecto a las variaciones en la pureza de las parcelas, se clasifica según el área basimétrica y el porcentaje que representa la especie principal. Si el 100% del área corresponde a una sola especie, la parcela es monoespecífica; entre el 90% y el 100%, se clasifica como pura, y si es menor al 90%, la parcela es mixta.

Para clasificar las parcelas según su diámetro medio, se establecen cinco categorías basadas en rangos específicos de diámetro medio (Dm), expresados en milímetros. La Tabla 1 resume estos rangos de diámetro medio.

Tabla 1. Rangos establecidos para categorizar el diámetro medio.

Categoría	Rango de diámetro medio (mm)
“Dm Muy delgado”	Menor de 175 mm
“Dm Delgado”	Entre 175 y 275 mm
“Dm Medio”	Entre 275 mm y 475 mm
“Dm Grueso”	Entre 475 y 675 mm
“Dm Muy Grueso”	Mayor que 675 mm

Esta categorización facilita el análisis y comparación de las parcelas según su estructura diamétrica, mejorando la interpretación de los resultados en el contexto del estudio forestal.

El número de clases diamétricas de una parcela se determina a partir de los árboles de todas las especies presentes, y estas clases están establecidas según el IFN. Este dato ofrece una visión de la estructura de la parcela y de su capacidad de crecimiento o potencial productivo.

### 3.2. Análisis de las de las variables numéricas por parcela:

Para el análisis de las variables numéricas, se utilizan las parcelas coincidentes entre ambos inventarios que tienen pies mayores en ambos, excluyendo aquellas



parcelas del IFN4 sin pies debido a las cortas. En el cálculo de los valores por parcela se incluyen los pies de todas las especies presentes. Las variables consideradas son el número de pies por hectárea, el diámetro medio y el área basimétrica.

### **3.3. Análisis de las de las variables categóricas en función de la especie principal de la parcela**

En este epígrafe se analiza la variación de las variables categóricas por parcela, según la especie principal. Se han examinado las variables de pureza, número de especies por parcela, diámetro medio por parcela y número de clases diamétricas.

### **3.4 Análisis de las variables numéricas en función de la especie principal de la parcela**

En este apartado se ha llevado a cabo un análisis de la variación de las variables numéricas por parcela en aquellas que cuentan con pies mayores entre el IFN3 e IFN4, tomando como criterio la especie principal de cada parcela. Las variables analizadas han sido el Número de pies, el Diámetro Medio y el Área Basimétrica.

### **3.5 Análisis de los valores numéricos medidos de cada especie.**

Se analiza la variación de variables numéricas (Número de pies, Diámetro Medio y Área Basimétrica) en parcelas con pies mayores entre el IFN3 e IFN4, considerando solo parcelas con la misma especie principal en ambos inventarios. Solo se incluyen ejemplares de la especie principal, excluyendo las secundarias, para asegurar un análisis representativo.

El número de pies medio se calcula promediando los pies/ha de la especie principal en las parcelas correspondientes. El diámetro medio se obtiene del promedio de los diámetros de todos los pies de la especie principal. Por último, el área basimétrica media se calcula sumando las áreas basimétricas en m<sup>2</sup>/ha de cada especie principal y promediando entre las parcelas con esa especie.

### **3.6 Análisis de las variables categóricas en función de si hubo intervención en las parcelas**

Se analizó la variación de variables categóricas por parcela (Especie principal, Pureza, Diámetro medio y Número de Clases Diamétricas) en parcelas con pies mayores entre el IFN3 e IFN4, diferenciando entre parcelas con intervenciones selvícolas (cortas, claras o clareos) y sin intervención.

El objetivo fue identificar si los cambios en estas variables son producto de procesos naturales o de intervenciones selvícolas y asociar cada situación con los procesos correspondientes.

### **3.7 Análisis de nuevas especies en las parcelas.**

Este apartado analiza la variación en la presencia de las especies estudiadas entre los inventarios forestales nacionales IFN3 e IFN4. Las especies se clasificaron en tres categorías según el diámetro del tronco (Dn): pies mayores (Dn > 7.5 cm), pies

menores ( $2.5 < D_n < 7.5$  cm) y regenerado ( $D_n < 2.5$  cm), basándose en las tablas de datos de cada inventario.

Se incluyeron parcelas coincidentes entre ambos IFN, excluyendo aquellas con solo matorral, y las parcelas nuevas del IFN4. El análisis se divide en dos partes: la distribución y variación de las especies según el tipo de parcela y la variación porcentual de su distribución geográfica, con énfasis en parcelas con colonización o desaparición de especies.

#### 4. Resultados

En la Tabla 2 se puede observar que se obtienen 2834 parcelas inventariadas, distribuidas de la siguiente manera: 910 parcelas solo en el IFN3, 127 parcelas solo en el IFN4 y 1797 parcelas coincidentes en ambos inventarios. Un 33% de las parcelas del IFN3 no tienen continuidad en el IFN4. Las 127 parcelas del IFN4 indican que su uso anterior no era forestal, pero ahora sí lo es. De las parcelas coincidentes, 1591 tienen pies mayores, 34 han perdido sus pies mayores del IFN3 al IFN4 debido a cortas realizadas, mientras que 90 parcelas que no tenían pies mayores en el IFN3 ahora los tienen en el IFN4, y 88 parcelas se mantienen sin pies mayores.

Tabla 2. Resumen del número de parcelas presentes en el IFN3 e IFN4 relacionando su presencia en ambos IFN y su tipo de estructura.

		Parcelas IFN4							
No Inventariada		Pies Mayores	Pies Menores	Regenerado	Matorral		Total		
Parcela IFN3	No Inventariada	-		91	9	20	7	127	Total IFN3
Pies Mayores		693	1591	14	16	4	2318		2707
Pies Menores		29	44	19	2		94		
Regenerado		40	30	10	29	4		113	
Matorral		148	16	5	3	10		182	
<b>Total</b>		<b>910</b>	<b>1772</b>	<b>57</b>	<b>68</b>	<b>27</b>		<b>2834</b>	
<b>Total IFN 4</b>					<b>1924</b>				

##### 4.1. Análisis de las de las variables categóricas por parcela:

Las especies principales en este trabajo y por lo tanto las dominantes, son el pino albar (*Pinus sylvestris*) y el pino negral (*Pinus pinaster*) seguidas de la sabina (*Juniperus thurifera*) y la encina (*Quercus ilex*). El pino laricio (*Pinus nigra*), el rebollo (*Quercus pyrenaica*) y el quejigo (*Quercus faginea*) están en una posición

intermedia, seguidos del haya (*Fagus sylvatica*) y otras especies. En la Figura 2 se muestran las parcelas coincidentes entre IFN 3 e IFN4 con pies mayores diferenciados por especie principal en el IFN3.

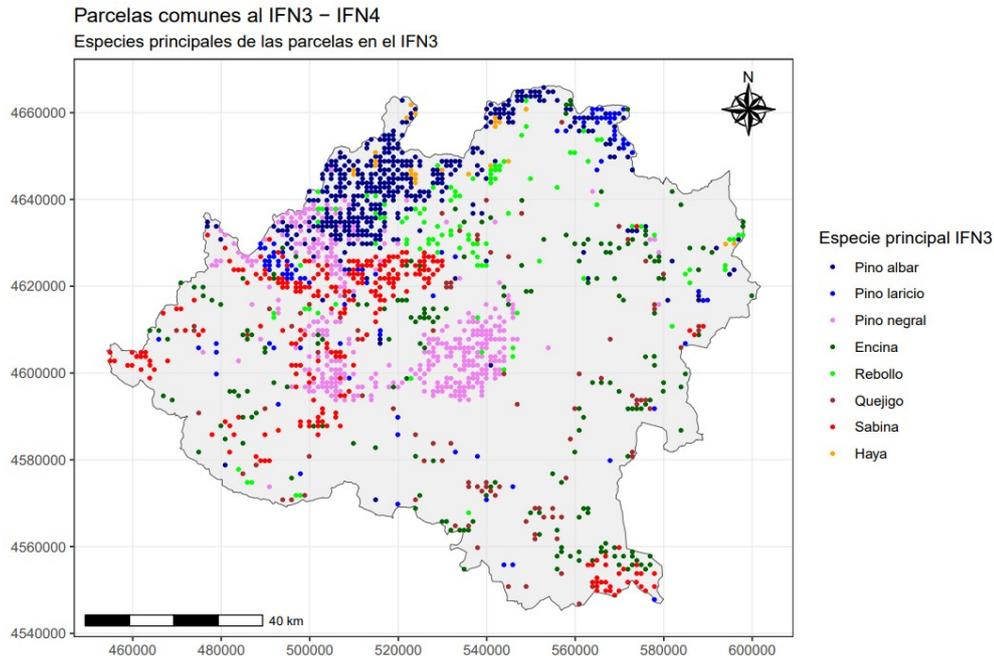


Figura 2. Parcelas coincidentes entre IFN3 e IFN4 con pies mayores en ambos inventarios diferenciadas en función de su especie principal en el IFN3.

La mayoría de las parcelas mantienen su especie principal, con niveles de estabilidad superiores al 85%. Sin embargo, la sabina es la especie que experimenta la mayor pérdida de parcelas dominadas, seguida por el pino albar y el rebollo. En cambio, especies como el pino laricio, la encina y el haya muestran un aumento en el número de parcelas dominadas, mientras que el pino negral y el quejigo destacan por su estabilidad.

El cambio más significativo en términos absolutos corresponde al paso de parcelas dominadas por sabina a encina, con un total de 7 parcelas (2,8%). El rebollo presenta una baja estabilidad, manteniendo el 85,2% de sus parcelas, aunque compensa esta pérdida con una alta conversión en especie principal, limitando su descenso neto al 2,8%. El quejigo experimenta una dinámica similar al rebollo, con un notable aumento en el número de parcelas que domina. Las especies más estables son el pino laricio, la encina y el pino albar.

En la Figura 3 se muestra el flujo de parcelas que sufren cambios en su especie principal entre los inventarios IFN3 e IFN4, lo que permite visualizar claramente las transiciones entre especies dominantes, destacando el predominio de la encina como receptora de parcelas y la pérdida de dominio de la sabina.

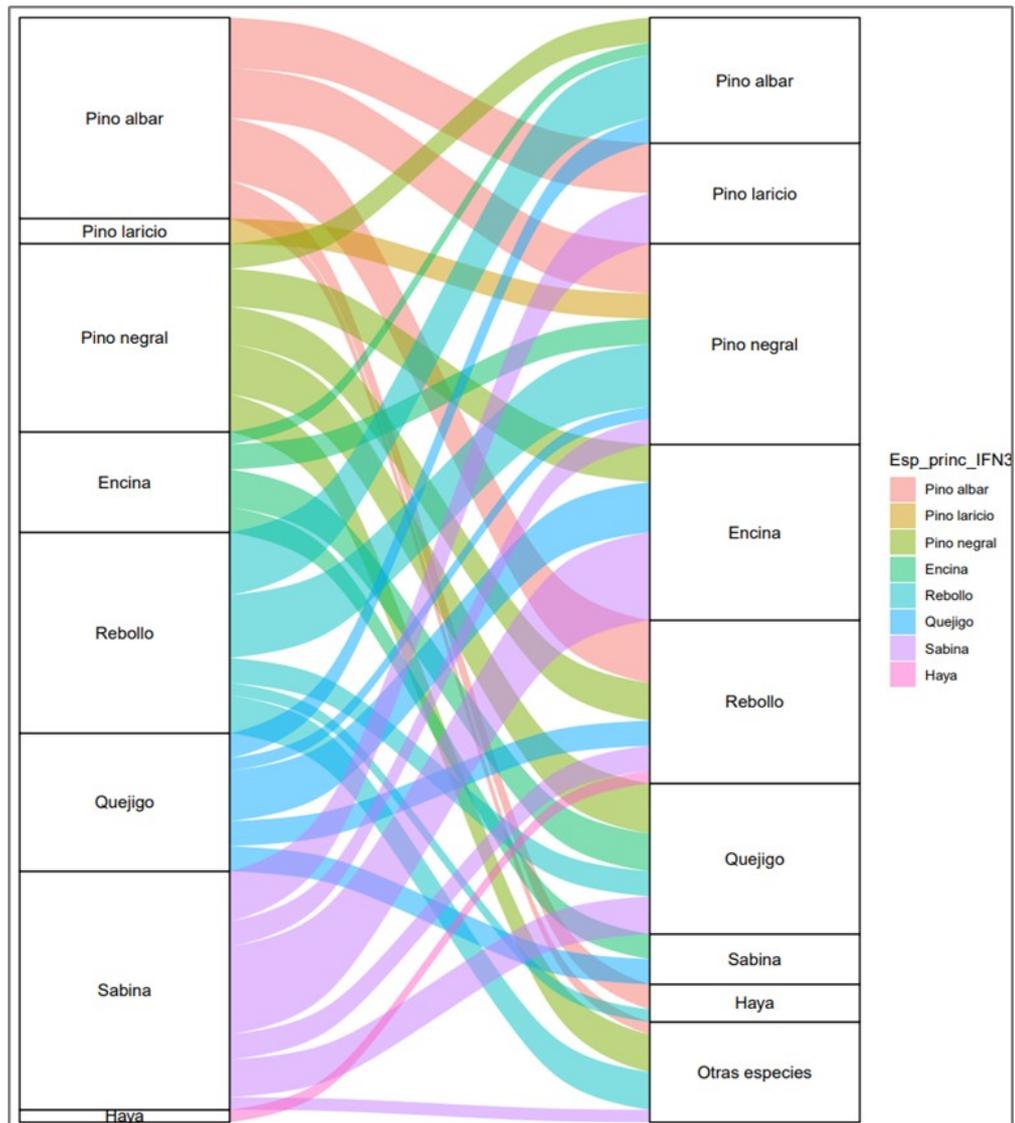


Figura 3. Flujo de parcelas que sufren cambios de especie principal entre el IFN3 (izquierda) e IFN4 (derecha).

Según los resultados presentados en la Tabla 3, las parcelas monoespecíficas son las más comunes, pero han disminuido considerablemente entre el IFN3 y el IFN4, mientras que las parcelas puras y mixtas han aumentado. Este cambio refleja una tendencia hacia masas boscosas más diversas y complejas en términos de pureza.

Tabla 3. Número de parcelas asignado a cada pureza en IFN3 e IFN4, diferencia absoluta y diferencia porcentual.



Pureza	Parcelas IFN3	Parcelas IFN4	Diferencia	Diferencia porcentual
Monoespecífica	1035	905	-130	-12,6%
Pura	176	214	38	21,6%
Mixta	380	472	92	24,2%
Total	1591	1591		

La Figura 4 muestra un aumento de parcelas puras y mixtas, reflejando mayor heterogeneidad, aunque algunas parcelas mixtas se vuelven monoespecíficas o puras por gestión forestal. En general, hay una tendencia hacia una mayor complejidad en la composición de las parcelas.

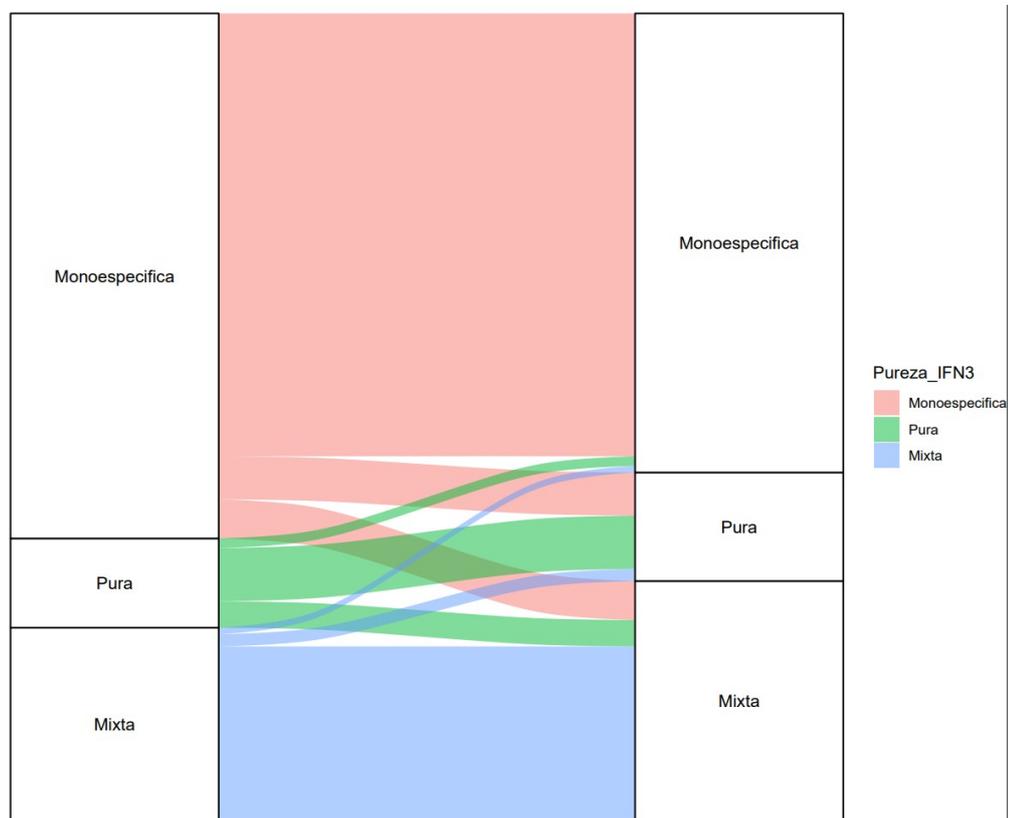


Figura 4. Flujo de parcelas según su pureza entre el IFN3 (izquierda) e IFN4 (derecha).

La Tabla 4 muestra que, mientras el IFN3 tenía parcelas con Dm Muy delgado, el IFN4 revela un crecimiento del diámetro medio, especialmente en la zona central y noreste de Soria, dominada por pino albar y negral.

Tabla 4. Número de parcelas asignado según el diámetro medio por parcela en IFN3 e IFN4, diferencia absoluta y diferencia porcentual.



Diámetro medio	Parcelas IFN3	Parcelas IFN4	Diferencia	Diferencia porcentual
“Dm Muy delgado”	857	685	-172	-20,1%
“Dm Delgado”	470	528	58	12,3%
“Dm Medio”	250	362	112	44,8%
“Dm Grueso”	14	15	1	7,1%
“Dm Muy grueso”	1	1	-	
Total	1591	1591		

Los flujos de cambio (Figura 5) muestran un crecimiento de parcelas con Dm Muy delgado y Dm Delgado hacia categorías superiores, mientras que las parcelas con Dm Medio disminuyen debido a prácticas selvícolas y el aumento de regenerado de especies como encina y sabina, relacionado con el abandono rural.

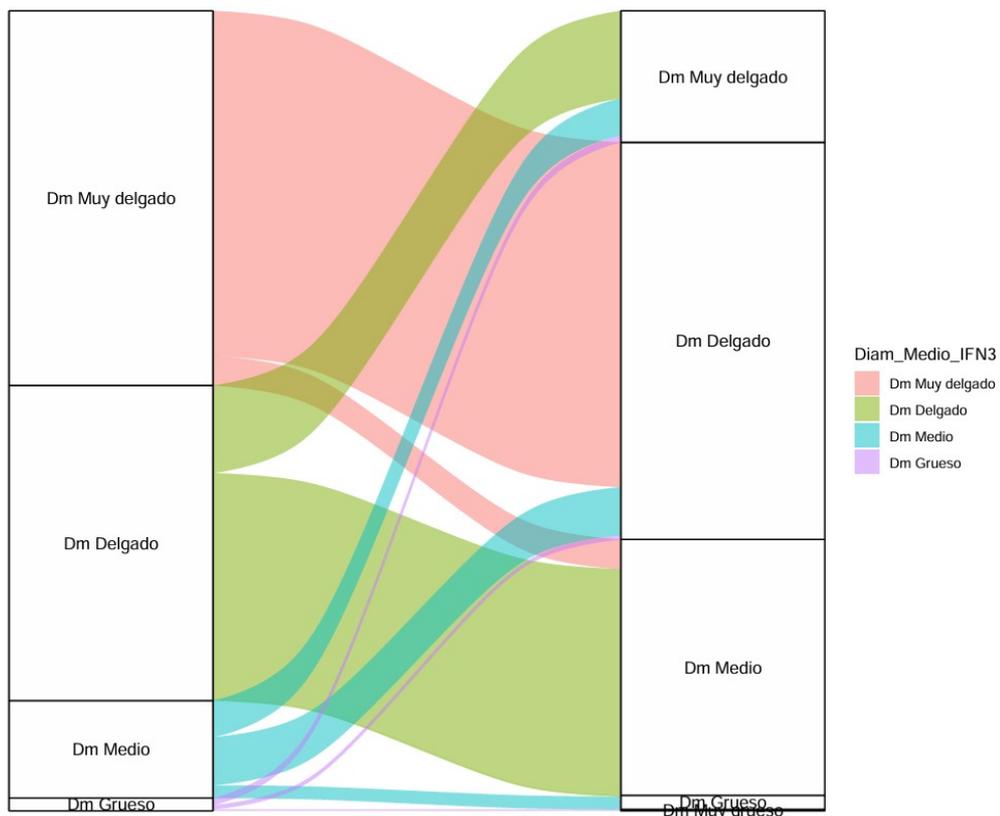


Figura 5. Flujo de parcelas en función del diámetro medio por parcela entre el IFN3 (izquierda) e IFN4 (derecha).

Se observa un aumento en la complejidad estructural de las parcelas, con un crecimiento significativo en el número de parcelas con más clases diamétricas y una disminución de las de menos clases. Las parcelas de clases diamétricas inferiores contribuyen al aumento de las categorías superiores, lo que indica una

tendencia hacia una mayor diversidad estructural en las parcelas.

#### 4.2. Análisis general de las variables numéricas por parcela

El análisis del número de pies por hectárea muestra importantes variaciones entre el IFN3 e IFN4. En el IFN3, las categorías más frecuentes eran de 0 a 250 pies/ha y de 250 a 500 pies/ha. En el IFN4, se observa una disminución en las parcelas con 0 a 250 pies/ha y en las masas jóvenes con más de 750 pies/ha, mientras que ha habido un aumento en las parcelas con entre 750 y 2500 pies/ha. La Figura 6 muestra una distribución acampanada, con un balance entre parcelas que han reducido o aumentado el número de pies por hectárea.

Número de parcelas correspondientes a los diferentes rangos de variación en NPies por parcela (IFN4-IFN3)

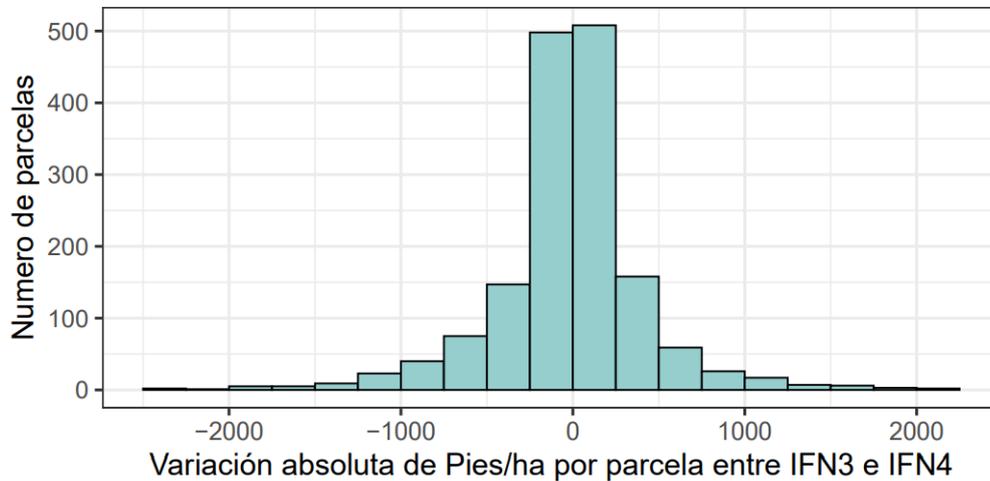


Figura 6. Variación absoluta en número de pies por parcela en el IFN3 e IFN4.

El área basimétrica por parcela muestra variaciones significativas entre el IFN3 e IFN4. En el IFN3, la mayoría de las parcelas estaban en categorías de menor área basimétrica, mientras que en el IFN4 se observa una pérdida de parcelas en la categoría de 0 a 5 m<sup>2</sup>/ha, y un aumento en las categorías superiores. Este cambio podría estar relacionado con el incremento del diámetro medio de los árboles. La Figura 7 muestra que la diferencia en área basimétrica es mayormente positiva, indicando que más parcelas han incrementado su área basimétrica que las que la han reducido.



Número de parcelas correspondientes a los diferentes rangos de variación en AB por parcela (IFN4–IFN3)

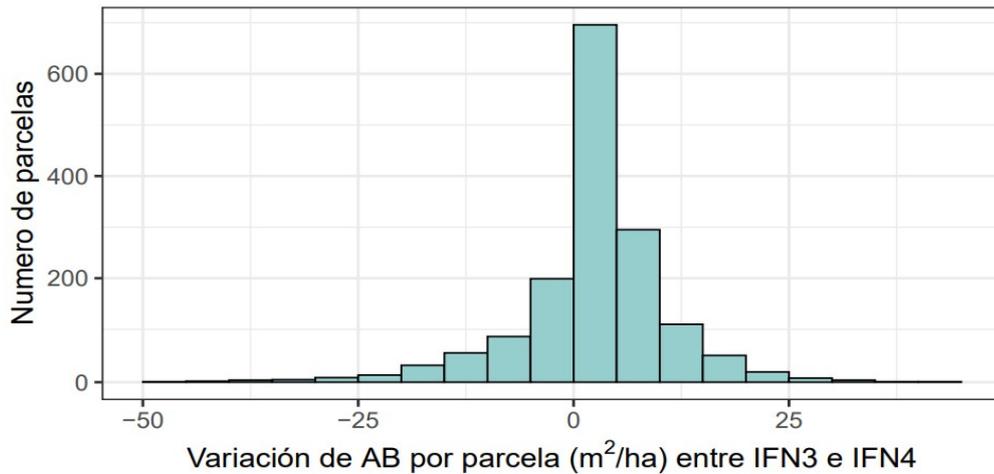


Figura 7. Variación absoluta en área basimétrica por parcela en el IFN3 e IFN4.

### 4.3. Análisis de las variables categóricas en función de la especie principal de la parcela

Se utilizan 1493 parcelas coincidentes entre los dos inventarios que no han cambiado de especie del IFN3 al IFN4. La Figura 8 muestra un aumento general en el número de parcelas puras y mixtas, mientras que las parcelas monoespecíficas han disminuido. Esta tendencia se mantiene en todos los casos, excepto para el haya, donde las parcelas mixtas superan a las monoespecíficas. En el resto de las especies, las parcelas monoespecíficas siguen siendo más numerosas, aunque con un descenso significativo.

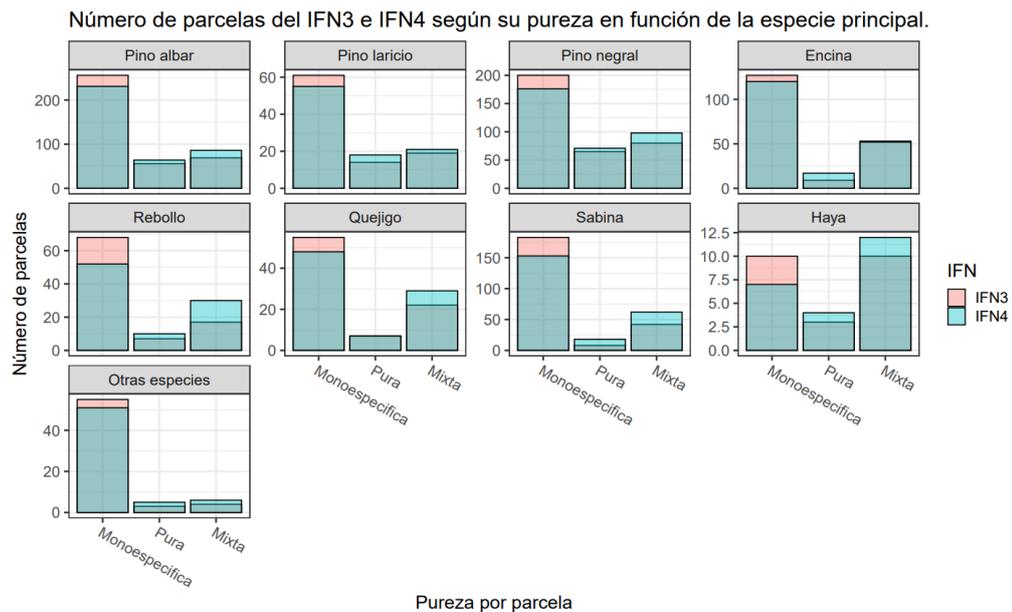


Figura 8. Variación en el número de parcelas según su pureza entre el IFN3 e IFN4 para las principales especies por parcela.



Además, en la Figura 9 se observa una tendencia similar a la de la pureza, con una disminución de parcelas monoespecíficas en favor de las pluriespecíficas. La distribución sigue un patrón de mayor a menor conforme aumenta el número de especies presentes en las parcelas. La única excepción son las parcelas de haya, donde el número de parcelas con dos especies supera al de las monoespecíficas.

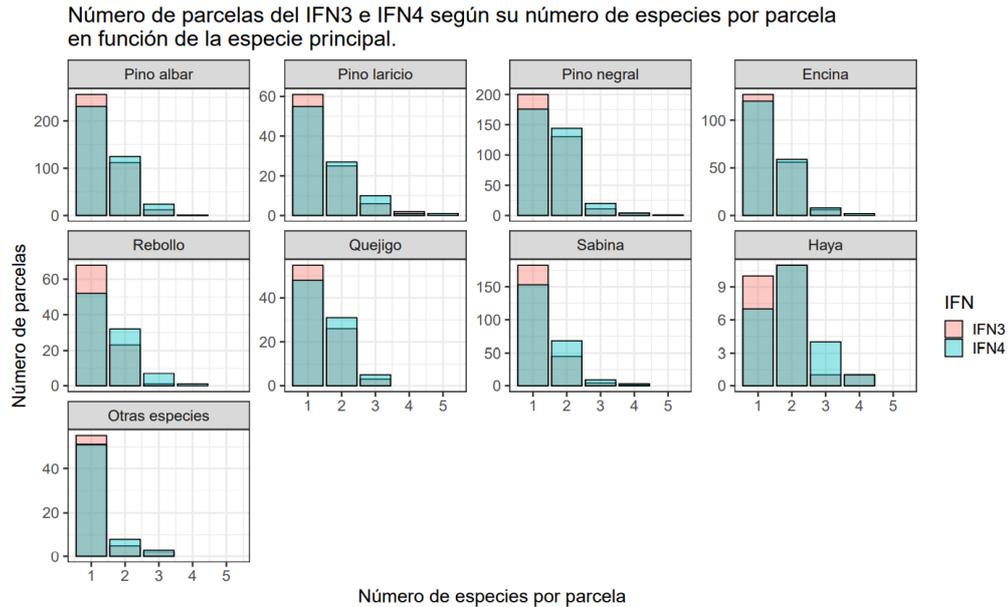


Figura 9. Variación del número de parcelas en función de su número de especies entre el IFN3 e IFN4 para las diferentes especies principales por parcela.

En cuanto a la Figura 10 se observa una tendencia general de disminución en el número de parcelas en el estado de desarrollo más bajo, con un aumento en las parcelas en estados de desarrollo más altos, excepto en el caso del quejigo. El rebollo, el quejigo, la encina y la sabina predominan en el estado de desarrollo más bajo, mientras que en otras especies predominan los estados intermedios (Dm Delgado y Dm Medio). Los pinos (laricio, negral y albar) y el haya son las especies con mayor incremento en su estado de desarrollo, mientras que la encina, el rebollo y la sabina presentan un aumento limitado en categorías superiores. El quejigo destaca por el aumento de parcelas en "Dm Muy delgado", lo que podría estar relacionado con el abandono de usos tradicionales, como el pastoreo, reduciendo el diámetro medio.

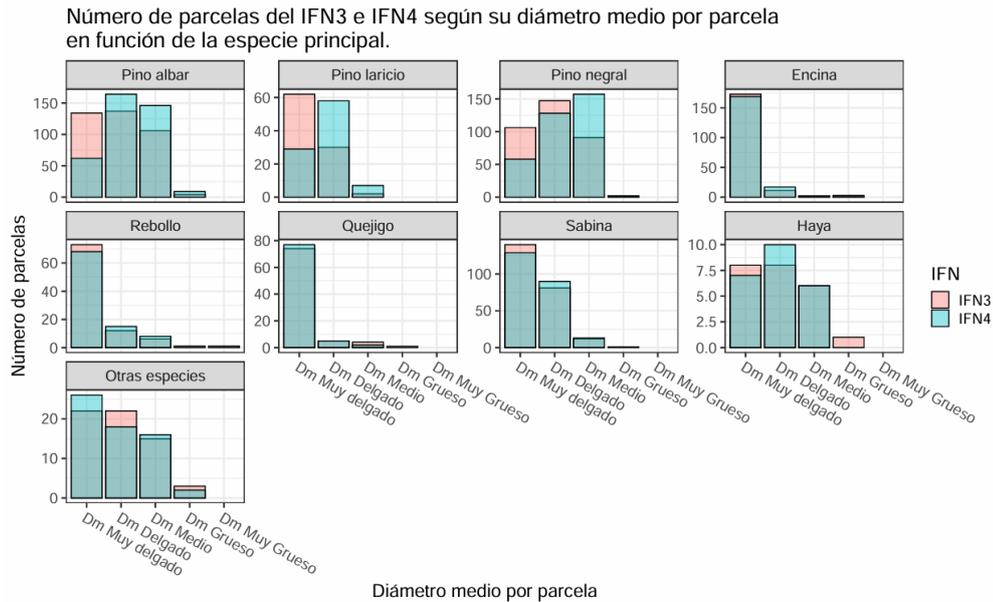


Figura 10. Variación del número de parcelas en función del diámetro medio entre el IFN3 e IFN4 para las diferentes especies principales por parcela.

Al igual que en el análisis general, se observa una tendencia hacia una mayor complejidad estructural, con un aumento en el número de parcelas con más clases diamétricas. Especies como la encina, el rebollo y el quejigo se concentran en parcelas con 2 o 3 clases diamétricas, mientras que otras especies, como el haya, abarcan un rango más amplio, con hasta 10 clases diamétricas. Esto refleja la influencia de la gestión forestal, ya que los encinares, rebollares y quejigares suelen tener masas regulares. Un aumento en el número de clases diamétricas sugiere la incorporación de ejemplares en clases previamente ausentes o el crecimiento de árboles hacia nuevas categorías diamétricas.

#### 4.4. Análisis de las variables numéricas en función de la especie principal de la parcela

En este análisis, se seleccionaron 1503 parcelas (94% del total) cuya especie principal se mantuvo constante entre el IFN3 e IFN4. Los resultados muestran que las tendencias en el número de pies por parcela varían según la especie principal (Figura 11). Para las especies como los pinos y el haya, se observa una disminución en parcelas con alta densidad de pies, en cambio, en robles y sabina, hay un aumento en parcelas con más pies.

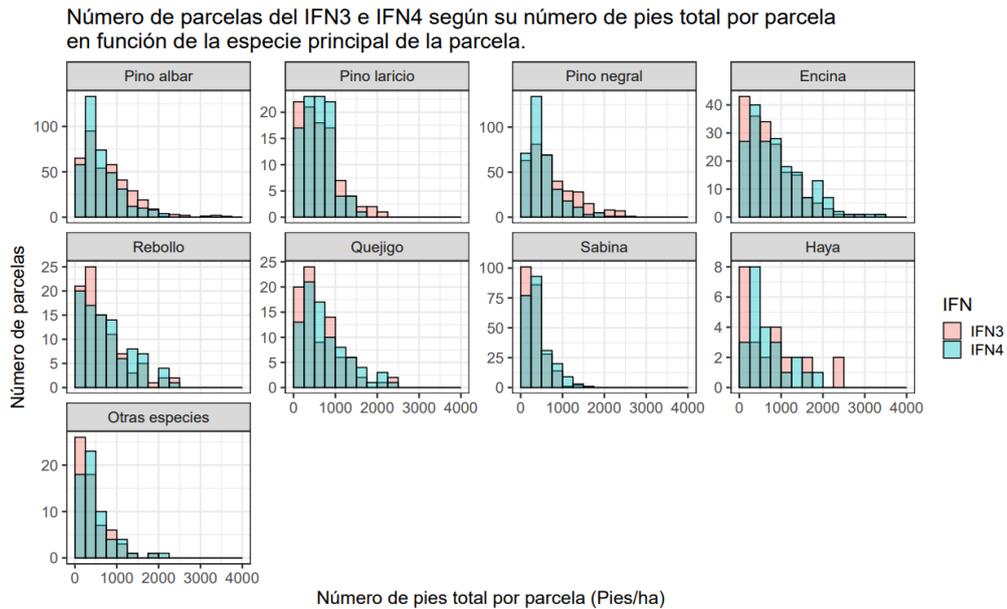


Figura 11. Variación del número de parcelas en función del número de pies por parcela entre el IFN3 e IFN4 para las diferentes especies principales por parcela.

Los resultados muestran que la tendencia del diámetro medio por parcela (Figura 12) sigue el estado de desarrollo de las masas. En todas las especies, se observa un aumento en las parcelas con diámetros medios mayores, aunque la distribución varía según la gestión asociada a cada especie. Las especies como el rebollo, el quejigo, la encina y la sabina, tienen la mayoría de sus parcelas en los intervalos de diámetro medio más bajo (Dm Delgado). En cambio, los pinos y las hayas, predominan en intervalos de diámetro medio intermedio (Dm Medio).

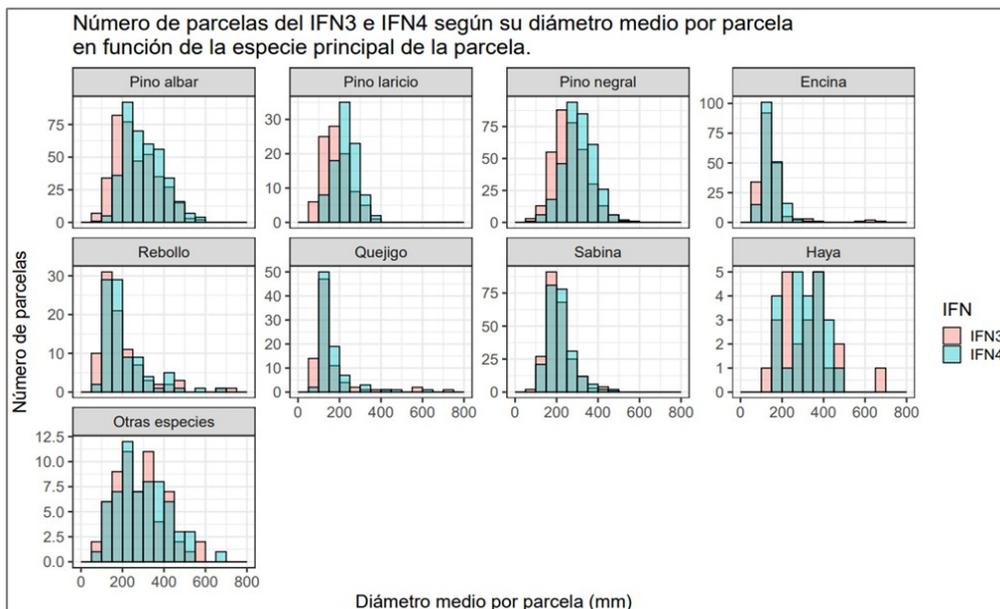


Figura 12. Variación del número de parcelas en función del diámetro medio por parcela entre el IFN3 e IFN4 para las diferentes especies principales por parcela.

El área basimétrica (Figura 13) muestra una tendencia general de incremento en todas las especies analizadas, aunque con ligeras variaciones según especies. Especies como el pino negral y el pino albar, tienen una distribución piramidal, con predominio de parcelas entre 20 y 40 m<sup>2</sup>/ha. En cambio, la encina, el rebollo, el quejigo y la sabina, concentran la mayoría de sus parcelas en rangos más bajos, entre 0 y 15 m<sup>2</sup>/ha. El haya y el pino laricio presentan una distribución intermedia.

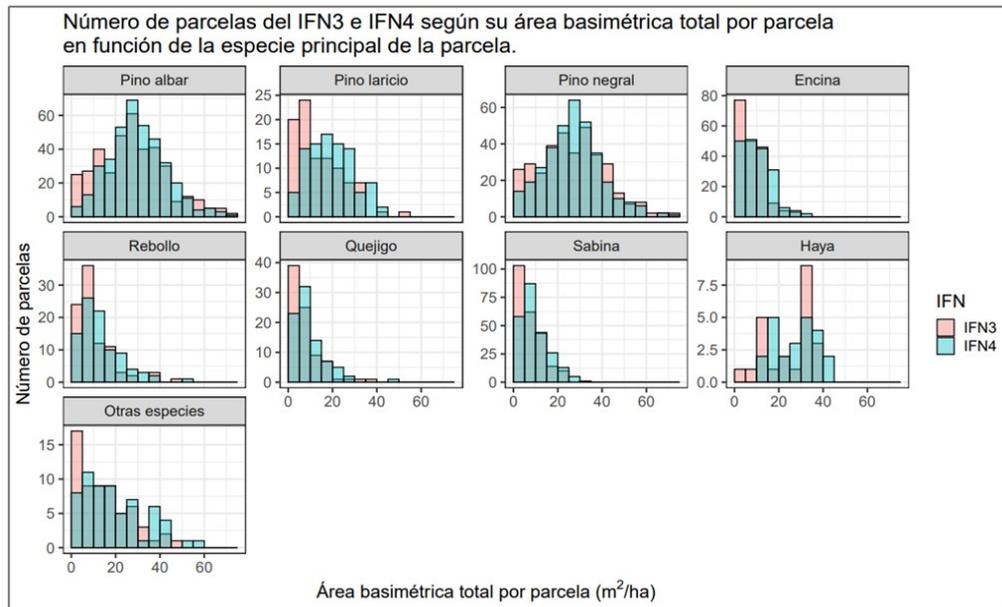


Figura 13. Variación del número de parcelas en función del área basimétrica por parcela entre el IFN3 e IFN4 para las diferentes especies principales por parcela.

#### 4.5. Análisis de los valores numéricos medidos de cada especie.

El análisis de las parcelas con pies mayores entre el IFN3 e IFN4 muestra cambios significativos en las variables evaluadas, considerando un total de 1503 parcelas (94% de las 1591 coincidentes). El análisis del número de pies medio por especie se ha realizado sumando los pies de la especie principal de cada parcela en pies por hectárea, y luego calculando la media para todas las parcelas con esa especie como principal. La Figura 14 muestra la diferencia en el número de pies medio por parcela y especie principal entre el IFN3 e IFN4, revelando dos tendencias principales según el tipo de especie.

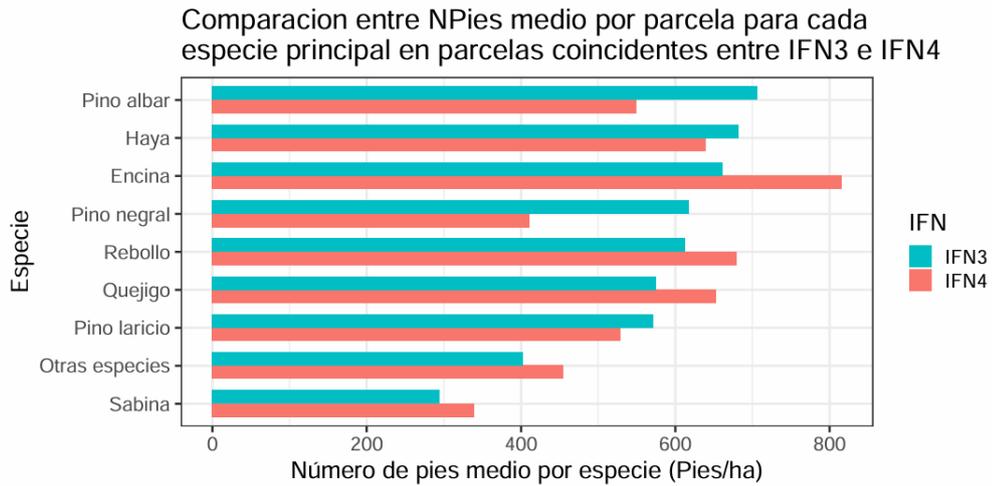


Figura 14. Diferencia en número de pies medio por parcela y especie principal entre el IFN3 e IFN4.

Especies como el pino albar, el haya, el pino negral y el pino laricio, experimentan una disminución significativa en el número de pies medio por parcela y aumento notable del diámetro medio de las parcelas en el periodo de estudio. En contraste, la encina, el rebollo, el quejigo y la sabina, presentan un aumento en el número de pies medio por parcela con diámetros medios muy pequeños. Estas variaciones reflejan la influencia de la gestión forestal y los cambios en los usos del territorio, impactando en la estructura y densidad de las masas forestales. En general, todas las especies analizadas presentan un diámetro medio superior al registrado en el inventario anterior.

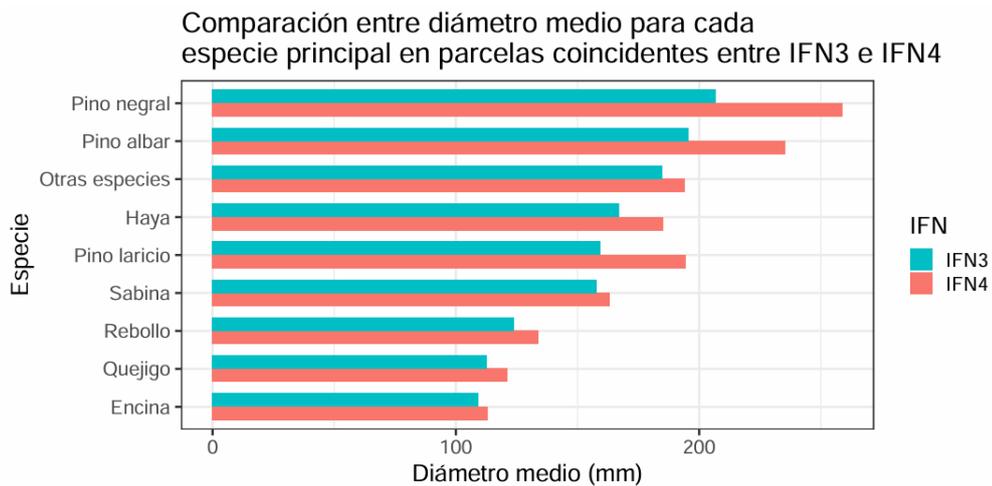


Figura 15. Diferencia de diámetro medio por parcela y especie principal en IFN3 e IFN4.

El área basimétrica media por especie, mostrada en la Figura 16, revela patrones consistentes con los resultados previos. El pino negral presenta un aumento significativo en el diámetro medio y reducción en el número de pies por hectárea,

pero el área basimétrica se mantiene similar. En el caso del pino albar y haya experimentan un notable incremento en área basimétrica derivando en el crecimiento de árboles más grandes. El pino laricio, con una reducción menos pronunciada en la densidad de árboles, muestra un aumento más moderado en área basimétrica, lo que podría estar relacionado con zonas cuyo uso principal de la masa es la protección del suelo o zonas de difícil acceso para los aprovechamientos. La sabina, rebollo, quejigo y encina también aumentan el área basimétrica en este caso impulsado por el aumento de los pequeños ejemplares, aumentando así la biomasa y favoreciendo la biodiversidad a costa de aumentar el riesgo de incendio.

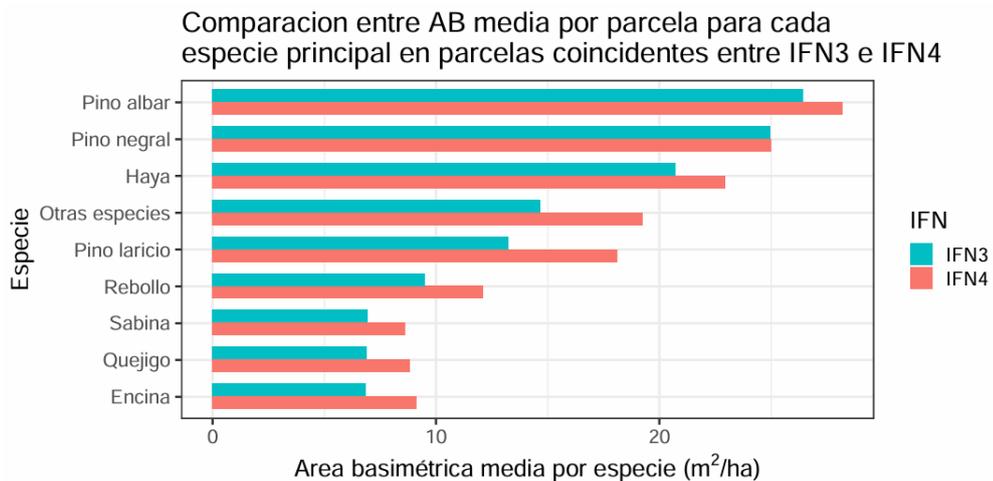


Figura 16. Área basimétrica media por parcela y especie principal en ambos inventarios.

#### 4.6. Análisis de las variables categóricas en función de si hubo intervención en las parcelas

Se analizaron 1591 parcelas coincidentes con pies mayores entre ambos inventarios forestales, de las cuales 767 presentaron intervención selvícola y 824 no. En la Figura 17, se muestra la distribución de parcelas según la especie principal y la intervención selvícola. Los resultados indican que el pino negral y el pino albar son las especies con mayor número de parcelas intervenidas, con casi 300 parcelas de cada especie. En términos relativos, las parcelas intervenidas representan más del doble de las parcelas sin intervención para ambas especies. En contraste, otras especies muestran una mayor proporción de parcelas sin intervención, como la sabina, que, aunque presenta pocas parcelas intervenidas, la mayoría son debidas a labores preventivas contra incendios. El pino laricio y el rebollo mantienen un equilibrio, con aproximadamente un 50% de parcelas intervenidas, lo que refleja los aprovechamientos típicos de estas especies. Este patrón es característico de la gestión forestal en Soria, donde los aprovechamientos se concentran en las masas de pino albar y pino negral.

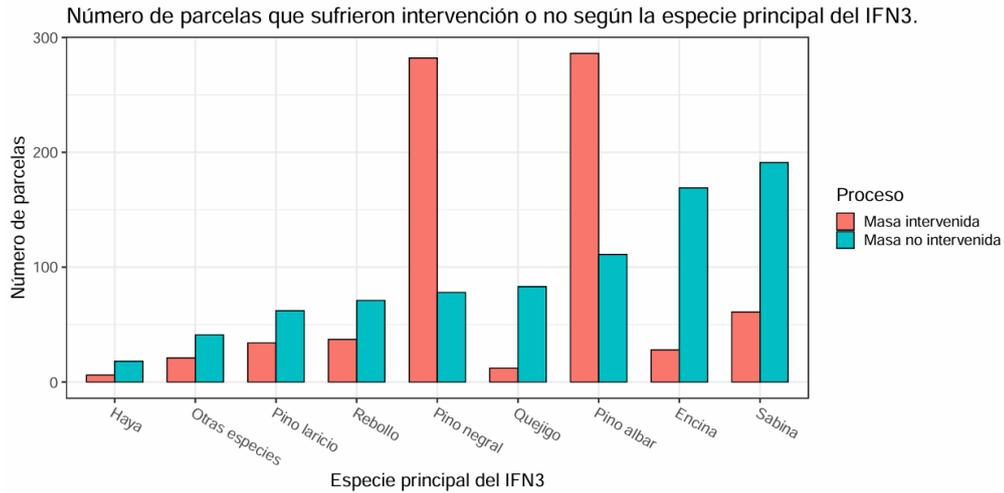


Figura 17. Número de parcelas de cada especie principal asignadas a procesos de intervención o no intervención según el IFN3.

La Figura 18 muestra los cambios de especies principales tras las intervenciones. En el caso del pino albar, se observan pocos cambios de especie, especialmente en zonas donde la gestión forestal busca conservar esta especie. Sin embargo, en parcelas sin intervención, se detectan cambios hacia otras especies, como en el caso de las masas de pino negral donde los aprovechamientos selvícolas favorecen el cambio hacia otras especies como la encina o el rebollo que pueden aprovechar los huecos abiertos por la intervención para alcanzar el dosel y dominar localmente. Este cambio responde a prácticas de gestión orientadas a prevenir la erosión del suelo, especialmente tras las cortas de regeneración. Estas intervenciones no solo pueden ayudar a conservar la estabilidad del suelo, sino que también incrementan la diversidad en la composición de las masas forestales, promoviendo una mayor variedad de especies.

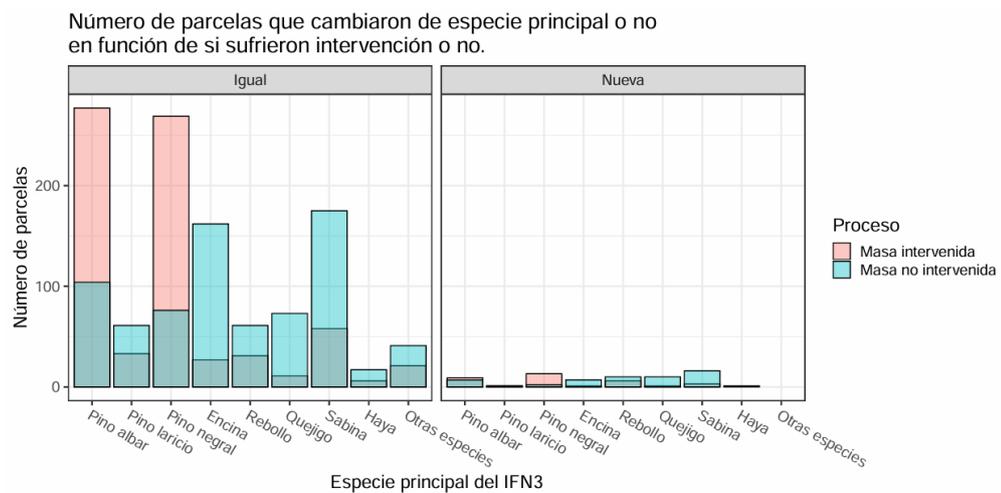


Figura 18. Número de parcelas que sufrieron intervención o no para las diferentes especies principales del IFN3, en función de si en esas parcelas hubo cambio de especie principal.

En cuanto a la pureza de las parcelas (Figura 19), según la presencia de intervención, se identifican dos tendencias clave. Primero, cuando la pureza aumenta (es decir, disminuye la diversidad), se observa un mayor número de parcelas intervenidas. Esto sugiere que las prácticas de gestión, como la corta o el aprovechamiento, tienden a homogeneizar la composición de las parcelas, reduciendo la diversidad de especies. Segundo, cuando la pureza se mantiene o disminuye (lo que indica un aumento en la diversidad de especies), hay un mayor número de parcelas sin intervención. Esto sugiere que, en ausencia de prácticas de aprovechamiento, las parcelas conservan o incrementan su complejidad específica de manera natural.

En resumen, aunque las intervenciones selvícolas están asociadas principalmente con un aumento en la pureza (es decir, menos especies), estas no siempre resultan en una homogeneización total de las parcelas. En algunos casos, las prácticas de manejo también pueden contribuir a mantener o incluso a incrementar la diversidad específica dentro de las masas forestales.

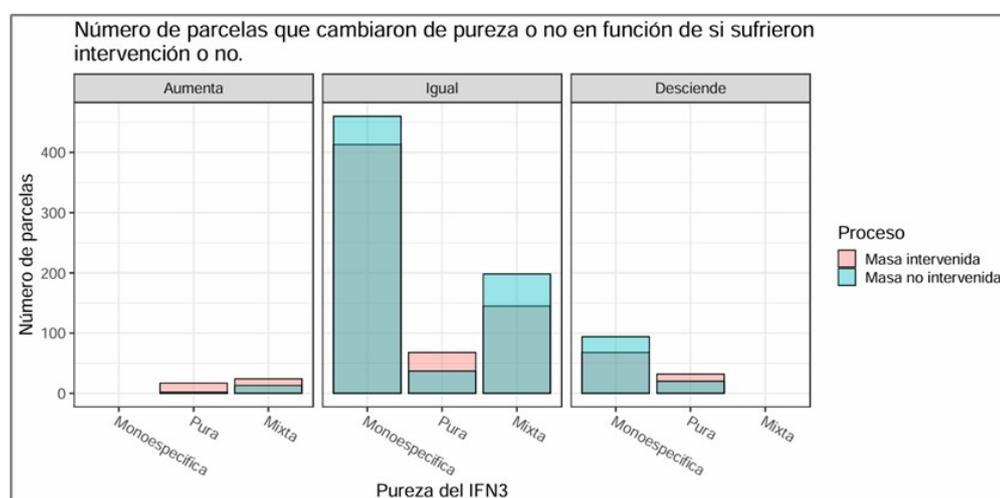


Figura 19. Parcelas que sufrieron intervención o no para las diferentes categorías de pureza.

La Figura 20 destaca que la mayoría de las parcelas mantienen su estado de desarrollo inicial, con una distribución equitativa entre las que han sido intervenidas y las que no. En las parcelas con aumento en el diámetro medio, la intervención selvícola tiene un impacto positivo, promoviendo el crecimiento de los árboles y aumentando la producción de madera. Sin embargo, algunas parcelas sin intervención también presentan aumentos en el diámetro, lo que podría estar relacionado con mediciones tomadas en períodos intermedios entre ciclos de intervención. Por otro lado, las parcelas con descensos en el diámetro medio suelen asociarse con cortas finales de regeneración o eventos climáticos extremos que afectan el crecimiento. En resumen, aunque la intervención tiende a mejorar el diámetro medio, las parcelas no intervenidas también pueden mostrar mejoras o descensos dependiendo de factores naturales o la planificación de los ciclos forestales.



Número de parcelas que cambiaron de diámetro medio o no en función de si sufrieron intervención o no.

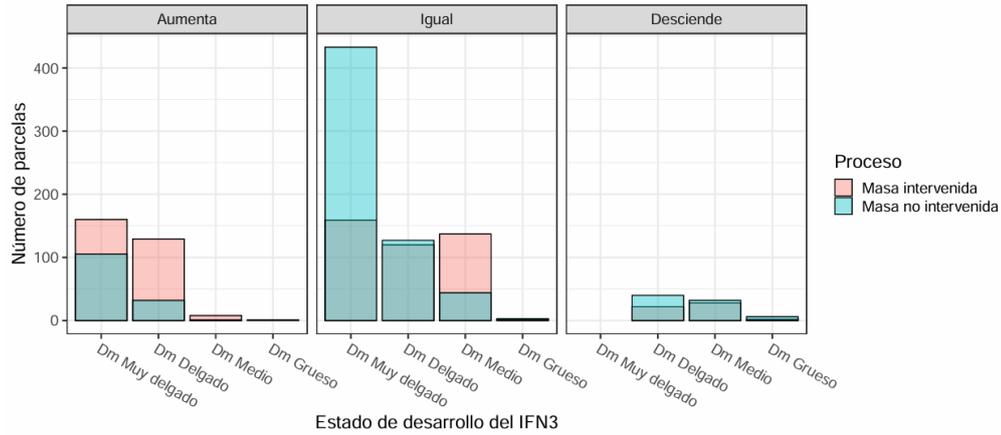


Figura 20. Número de parcelas que sufrieron intervención o no para los diferentes estados de desarrollo.

La Figura 21 muestra que, en las parcelas sin intervención, el número de clases diamétricas tiende a aumentar, lo que contribuye a una mayor complejidad estructural. En las parcelas donde el número de clases se mantiene, la distribución de intervenciones y no intervenciones es equilibrada. En cambio, los descensos en el número de clases diamétricas se observan casi exclusivamente en parcelas intervenidas, lo que indica el impacto de las cortas de árboles, especialmente en masas regulares donde se eliminan árboles de ciertos tamaños. Esto refleja cómo las prácticas de intervención afectan la diversidad estructural de las parcelas forestales.

Número de parcelas que variaron o no su número de clases diamétricas por parcela en función de si sufrieron intervención o no.

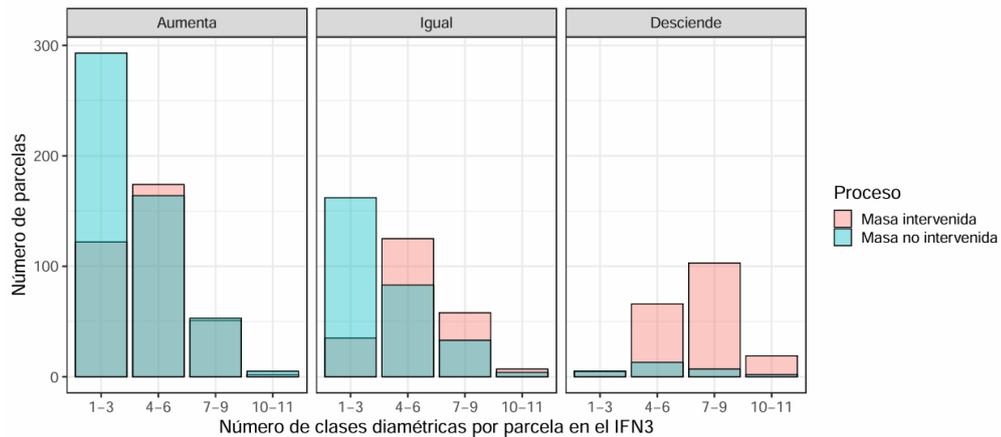


Figura 21. Número de parcelas que sufrieron intervención o no para las diferentes categorías de Número de Clases Diamétricas por Parcela en el IFN3.

#### 4.7. Análisis de nuevas especies en las parcelas

El análisis de la variación en la presencia de especies entre el IFN3 e IFN4 revela



varias tendencias clave:

- **Expansión general:** todas las especies muestran un aumento en su presencia, especialmente en las parcelas con pies mayores, lo que sugiere una expansión en su distribución.
- **Pinos:** las tres especies de pino (albar, laricio y negral) tienen una alta representatividad de pies mayores, con aumentos entre el 3% y el 9% en el número de parcelas con estos ejemplares. No obstante, las parcelas con regenerado son mínimas, lo que refleja una baja presencia en etapas tempranas de desarrollo.
- **Encina y Quejigo:** ambas especies, con menor representatividad de pies mayores (por debajo del 50%), muestran incrementos notables en su presencia tanto en pies mayores como en regenerado. La encina aumenta un 29% en pies mayores y un 23% en regenerado; el quejigo presenta aumentos de un 21% en pies mayores y un 40% en regenerado.
- **Rebollo y Sabina:** ambas especies tienen una presencia intermedia de pies mayores (58% y 77%, respectivamente). La sabina muestra un aumento moderado en pies mayores (7%) pero una reducción significativa en regenerado (-21%).
- **Haya:** esta especie destaca por un gran aumento en regenerado, con un incremento del 300% en las parcelas con regenerado, pasando de 6 a 24 parcelas, y un incremento del 45% en su presencia en las parcelas en general.
- **Expansión en parcelas de nueva implantación:** las nuevas parcelas en el IFN4 muestran un patrón similar al de las parcelas coincidentes, pero con una expansión notable de especies como el pino albar, pino negral y sabina, además de un aumento significativo de la encina y el quejigo en nuevas parcelas.
- **Distribución geográfica:** el haya muestra el mayor aumento en distribución, especialmente en áreas como el Moncayo y la comarca de Tierras altas de Soria. La encina y el quejigo también se expanden considerablemente, aunque la encina destaca por la desaparición de algunas parcelas en la zona central. El rebollo se concentra en el noroeste, mientras que las especies de pino y sabina no presentan un patrón claro de expansión geográfica.

En resumen, la mayoría de las especies experimentan una expansión, destacando el haya, la encina y el quejigo tanto en número de parcelas como en distribución geográfica, mientras que el pino laricio y la sabina muestran la menor expansión.

## 5. Discusión

Los Inventarios Forestales Nacionales (IFN) se han consolidado como una herramienta esencial para la formulación de políticas forestales, al proporcionar una base de datos sólida, actualizable y capaz de adaptarse a las crecientes demandas de información sobre los ecosistemas forestales (ALBERDI et al., 2017). Estudios previos, como el de YAGÜE BOSCH (1999), ya abordaron la evolución entre el IFN1 y el IFN2 en la provincia de Ávila, mientras que VILLANUEVA (1997) propuso metodologías comparativas entre ambos inventarios, señalando tanto sus ventajas como sus limitaciones y ofreciendo criterios para la selección de parámetros adecuados.

Los resultados muestran las evidencias de una provincia con elevado arraigo a la



gestión forestal de sus montes. La distribución perfectamente acampanada del número de pies por hectárea en las parcelas indican esa gestión forestal equilibrada. Sin embargo, el aumento del área basimétrica en las parcelas de albar y laricio entre los dos inventarios indica la maduración de las masas y por tanto la posibilidad de aumentar la movilización de madera para maximizar la rentabilidad del recurso. El área basimétrica ha aumentado en casi todas las especies, salvo en el pino negral, que se mantiene estable debido a la intensidad de su gestión. En este caso, el aprovechamiento secundario de resina hace que efectivamente los resultados muestren el aumento del diámetro de las parcelas con densidades muy bajas antes de las cortas finales para llevar a muerte el aprovechamiento.

Tradicionalmente, las masas de pinar en la provincia vienen siendo gestionadas en masas monoespecíficas con claras intermedias hasta llegar a una corta final a hecho generalmente. En consecuencia, los resultados han mostrado el crecimiento correspondiente reflejando aumentos de los diámetros medios y la incorporación de pies mayores entre los dos IFN, o la eliminación de todos los pies mayores al final del turno. En el caso de las masas monoespecíficas de encina, sabina, rebollo y quejigo en general aumentan el número de pies en las parcelas principalmente por el regenerado derivado de la falta de gestión activa, pérdida del carboneo y del pastoreo como principales usos tradicionales de estas masas en la provincia. Esta situación de relativo abandono deriva en el aumento de la biomasa y, por tanto, un el aumento del riesgo de incendio para estas zonas.

Sin embargo, parece haber en algunos casos diferencias en la composición de las masas forestales de pinar, favoreciendo la permeancia de otras especies, rebollo y encina principalmente. La aparición de estas masas con mayor diversidad específica y estructural puede favorecer la permanencia ante las nuevas condiciones climáticas de la provincia. El análisis de las especies forestales en la provincia de Soria revela que la encina es la especie con mayor presencia y expansión, especialmente en masas mixtas. Posiblemente debido a la elevada resistencia de la especie a las temperaturas estivales y a largos periodos de sequía. También el rebollo y el quejigo son especies en expansión por lo que se deriva que las frondosas pueden estar adaptándose mejor a las condiciones climáticas, en detrimento de los pinares de albar y negral. Este cambio, también queda reflejado en el aumento de las parcelas mixtas aunque todavía son mayoritarias las parcelas monoespecíficas como fruto de la gestión forestal tradicional de la provincia. En esta misma línea los pinares de albar característicos del norte de la provincia, que aunque mantienen sus áreas predominantes, podrían empezar a mostrar síntomas de debilidad en las zonas de su límite ecológico, dejando paso a otros pinos como el negral con menores exigencias climáticas. Por ultimo, el haya ha mostrado una notable expansión en la provincia, ganando espacio en los pinares más húmedos de la provincia (Tierras altas y Moncayo). El predominante regenerado de haya bajo los pinares de albar esta llegando a la altura del dosel generando nuevas parcelas mixtas con las dos especies en detrimento del albar.

En general, se ha incrementado la complejidad estructural de los bosques, con más parcelas puras y mixtas, lo que evidencia una mayor diversidad. Las especies más productivas (pinares de albar y negral) muestran una tendencia hacia masas más irregulares, favoreciendo la regeneración natural. El aumento del diámetro medio ha contribuido a una mayor presencia de árboles de gran tamaño, lo que implica un mayor volumen de madera y más capacidad de almacenamiento de carbono. En conjunto, la expansión de la encina, el rebollo y el haya, junto con la



gestión activa, esta siendo clave para el desarrollo y evolución de los bosques sorianos.

A partir de estos resultados, se propone ampliar el análisis a nivel nacional, lo que permitiría identificar patrones comunes o divergentes entre regiones y contribuir a una planificación y gestión forestal más eficaz en todo el territorio.

## 6. Conclusiones

1. Se ha observado un aumento generalizado en el diámetro medio, el área basimétrica y el número de clases diamétricas, lo que refleja una mejora tanto en la calidad como en la cantidad de los recursos forestales. Este avance sugiere la posibilidad de incrementar moderadamente los aprovechamientos, con el fin de maximizar la rentabilidad de dichos recursos de manera sostenible.

2. Especies como el pino albar, negral y laricio han mostrado los mayores cambios positivos debido a la gestión intensiva, mientras que encinares, quejigares y sabinas han incrementado su biomasa por regeneración natural.

3. La tendencia hacia bosques mixtos y mayor complejidad estructural sugiere una transición hacia refleja una transición hacia modelos de gestión más sostenibles y adaptativos, capaces de integrar biodiversidad y productividad.

4. En conjunto, estos resultados subrayan la importancia de mantener y fortalecer prácticas de gestión forestal que equilibren la producción con la conservación, garantizando la resiliencia de los ecosistemas forestales frente a los cambios ambientales y socioeconómicos.

## 7. Agradecimientos

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

## 8. Bibliografía

ALBERDI, I.; CAÑELLAS, I.; VALLEJO BOMBÍN, R.; 2017. The Spanish National Forest Inventory: history, development, challenges and perspectives. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 37(91), 361-368. <https://doi.org/10.4336/2017.pfb.37.91.1337>

CANDEL-PÉREZ, D.; LUCAS-BORJA, M. E.; GARCÍA-CERVIGÓN, A. I.; TÍSCAR, P. A.; ANDIVIA, E.; BOSE, A. K.; SÁNCHEZ-SALGUERO, R.; CAMARERO, J. J.; LINARES, J. C.; 2022. Forest structure drives the expected growth of *Pinus nigra* along its latitudinal gradient under warming climate. *Forest Ecology and Management*, 505, 119818. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119818>

COLL, L.; 2023. Retos selvícolas para afrontar la adaptación de los bosques al cambio climático. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 49(2), 77-100. <https://doi.org/10.31167/csecfv0i49.19938>



FAO AND UNEP.; 2020. The State of the World's Forests 2020. Forests, biodiversity and people. FAO and UNEP. <https://doi.org/10.4060/ca8642en>

IFN.; 2025. Inventario Forestal Nacional. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-forestal-nacional.html>

LSFA.; 2024. Life Soria Forest Adapt. <https://www.soriaforestadapt.es/>

PEFC-LSFA.; 2025. LIFE Soria ForestAdapt. <https://www.pefc.es/que-hacemos/nuestro-impacto-colectivo/nuestros-proyectos/life-soria-forestadapt>

VILLANUEVA, J. A.; 1997. El cotejo entre el primer y segundo inventario forestal nacional. *Ecología*, 11, 169-176.

YAGÜE BOSCH, S.; 1999. Análisis comparativo del Primer y Segundo Inventario Forestal Nacional de la provincia de Ávila. *Forest Systems*, 8(3), 283-298. <https://doi.org/10.5424/643>