



2025 | **16-20**
GIJÓN | **JUNIO**

9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

9CFE-1481

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

Organiza





Monitorización de las forestaciones del Plan de Forestación de Tierras Agrarias en Castilla y León: Análisis de la supervivencia temprana en terrenos privados de seis de las especies más utilizadas

JOVELLAR LACAMBRA, L.C.(1), VILLADA ROJO, D.(2)

(1) Junta de Castilla y León. Servicio Territorial de Medio Ambiente. Salamanca. jovlaclu@jcyL.es

(2) Junta de Castilla y León. Dirección General de Patrimonio Natural y Política Forestal. Servicio de Promoción Forestal

Resumen

A pesar de la importancia de la monitorización de los planes y proyectos de forestación, no son frecuentes estudios que analicen la persistencia en el tiempo de las masas implantadas y por ende su capacidad para el cumplimiento de objetivos. Este estudio aborda un primer análisis de los resultados de la supervivencia de las plantaciones acogidas al Plan de Forestación de Tierras Agrarias en Castilla y León a nivel regional para seis de las especies más empleadas en el programa en plantaciones puras: *Pinus nigra*, *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Quercus ilex* y *Quercus suber*. Para ello, se parte de una muestra de 3681 parcelas correspondientes a otros tantos controles de campo del Programa efectuados sobre rodales puros en plantaciones privadas y con una edad entre 4 y 13 años. Las tasas de supervivencia encontradas son elevadas, con valores para la mediana (Q1-Q3) comprendidos entre 0.83 (0.59-0.97) (*Pinus sylvestris*) y 0.95 (0.80-1.00) (*Quercus suber*). Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en los grupos analizados, aunque de efecto pequeño. La comparación entre especies arrojó también de forma predominante tamaños de efecto pequeños, con excepciones en las repoblaciones de mayor edad (12-13 años). Destaca el comportamiento del *Quercus suber* y de *Pinus pinea* como las especies que han presentado mayores valores de supervivencia.

Palabras clave

Restauración forestal, *Quercus* spp., *Pinus* spp.

1. **Introducción. Objetivos.** La monitorización constituye un elemento esencial en cualquier programa de restauración forestal y su importancia es cada vez más reconocida. Entre las múltiples razones que justifican la necesidad de monitorizar los programas de restauración se encuentran: i) La evaluación del cumplimiento de objetivos, ii) La justificación de las inversiones y la optimización de los recursos y iii) La mejora en la gestión a partir conocimiento adquirido (gestión adaptativa) (FAO & WRI, 2019; GALLEGO *et al.*, 2024). Este creciente interés por la evaluación y el seguimiento de la restauración forestal ha dado lugar a no pocos enfoques, metodologías e indicadores (MANSOURIAN & STEPHENSON, 2023; MENÉNDEZ-MIGUÉLEZ *et al.*, 2024). Respecto a los indicadores y sólo en el ámbito europeo, una revisión reciente ha identificado más de 84 diferentes, entre los cuales los más utilizados son: la abundancia de especies, la cobertura, la densidad, el índice de Ellenberg y la riqueza de especies. El empleo de unos u otros varía según los objetivos concretos de la restauración (MENÉNDEZ-MIGUÉLEZ *et al.*, 2024). FAO & WRI (2019) abordan de una forma integral la elección de indicadores y parámetros para la monitorización de la restauración de bosques y paisajes, considerando no sólo los objetivos del programa y uso de la tierra sino



también restricciones, prioridades y la disponibilidad de la información. Según estos autores, los indicadores se vinculan a temas-objetivo como el suelo, el clima o el agua, pero reconocen que la condición necesaria y previa para el cumplimiento de cualquier otro objetivo es la gestión del uso del suelo para incrementar la superficie forestal arbolada. Esto se traduce esencialmente en la creación o mejora de bosques que cumplan unas determinadas condiciones y de forma más concreta en indicadores de superficie, cobertura, densidad, estructura o composición específica del arbolado implantado o favorecido. Por su parte, el Programa de Forestación de Tierras Agrarias de Castilla y León (en adelante PFTACYL), establecido en 1993, ha forestado hasta la fecha más de 200000 ha tanto en terrenos de propiedad privada, mayoritarios, como de propiedad pública. Por los objetivos planteados y por las características de las forestaciones efectuadas, el PFTACYL es un programa de restauración forestal en el sentido actual del término (Villada *et al.* 2024). Un resumen básico de las características del PFTACYL se muestra en la tabla 1 y más información sobre el PFTACYL puede consultarse en Villada *et al.* (2024). Al amparo de este programa, se han desarrollado en los últimos 10 años herramientas avanzadas de gestión para el seguimiento y control de las actuaciones llevadas a cabo. Esto permite no sólo conocer de forma precisa lo ejecutado desde el comienzo del Programa sino también facilitar de forma notable la toma de datos de campo de las forestaciones que aún se llevan a cabo. Estas herramientas, integradas en el denominado SISREP (Sistema de Gestión de Información del Programa de Forestación de Tierras Agrarias de Castilla y León) han sido suficientemente descritas en JOVELLAR *et al.* (2022) y en GALLEGO *et al.* (2024) y constituyen un instrumento valioso para la monitorización del propio Programa. La base de datos integrada en el SISREP permite el acceso a los miles de controles de campo efectuados sobre las forestaciones del programa a lo largo de los últimos 18 años. En este marco, el estudio que sigue plantea una aproximación transversal a escala regional a uno de los indicadores básicos en cualquier plan de monitorización de restauración forestal: la supervivencia de la vegetación implantada. Ello se concreta en los siguientes objetivos: 1. Evaluar la tasa de supervivencia temprana de 6 de las especies forestales más empleadas en terrenos de propiedad privada del PFTACYL. 2. Estudiar si existen diferencias sustanciales entre la supervivencia de dichas especies.

Tabla 1. Resumen de las características del Plan de Forestación de Tierras Agrarias en Castilla y León

Datos generales



P
e
r
i
o
d
o

d
e

v
i
g
e
n
c
i
a
:
(
1
9
9
3
-
2
0
2
4
)
S
u
p
e
r
f
i
c
i
e
t
o
t
a
l
r
e
p
o
r
b
i
l
v
a
d
a

(
j
u
n
i
o

2
0
2
4
)
:
2
0
0
4
0
0

h
a

Superficie forestada según provincias (*) (%): Av:5.2 Bu: 16.0 Le: 31.2 Sa: 8.7 Se:4.5 So: 11.8 Va:4.9 Za:12.4

Especies: grupos coníferas-frondosas



R o d a l e	
R s o p d u a r l o e s s o	
P u m r e o z s c l	
o a n s í d f e e	
r f a r s o h n a d o	
(s % a) s h a	
(%)	

Mezclas conífera-frondosa ha (%)

5 9 6 1 1	
1 4	
(2 9 9 . 4 8 0))	

121623 (60.80)

E s p e c i e s : t a x o n e s y	
m e z c l a s d o m i n	

(Total especies empleadas: 54)



S
e
- T Z S A
o a a v
L A Z d - - L L A - L S -
e v a a S S e e v - Z e a -
- s a o a
v
a



A
v
:
A
v
i
l
l
a
;
B
u
:
B
u
r
g
o
s
;
L
e
:
L
e
ó
n
;
S
a
:
S
a
l
a
m
a
n
c
a
;
S
e
:
S
e
g
o
v
i
a
;
S
o
:
S
o
r
i
a
;
V
a
:
V
a
l
l
a
d
o
l
i
d
;
Z
a
:
Z
a
m
o
r
a

P n : *p i n u s n i g r a*
P s : *p i n u s s y l v e s t r i s*
P p : *p i n u s p i n e a*
P r : *p i n u s p i n a s t e r*
P r : *p i n u s r a d i a t a*
Q i : *Q u e r c u s i l e x*
Q p : *Q u e r c u s p y r e n a i c a*
Q s : *Q u e r c u s s u b e r*
O t r a : *C a s t a n e a*
J u g l a n s r e g i a
Q u e r c u s f a g i n e a
Q u e r c u s r o b u r
P i n u s h a l e p e n s i s
P r u n u s a v i u m



2. **Metodología** **Ámbito del estudio.** El área de estudio la conforman las superficies de propiedad privada forestadas en el marco del PFTACYL de la comunidad de Castilla y León desde el año 1993. Dentro de estas superficies, se han considerado los rodales puros en sentido estricto (100 % de una única especie), poblados con cualquiera de las siguientes especies: *Pinus nigra*, *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Pinus sylvestris*, *Quercus ilex* o *Quercus suber*. La superficie abarcada por estas plantaciones es de 54.500 ha, repartidas por toda la comunidad de Castilla y León. Por ello, su variabilidad ambiental es elevada, con altitudes que oscilan entre 320 y 1880 msnm y pendientes entre el 0% y el 40%. La temperatura media anual oscila entre los 5,4°C y los 15,4 °C, con precipitaciones anuales entre los 360 y los 1314 mm. Los suelos predominantes son de naturaleza silíceas, aunque también están representados los de reacción básica. El rango del pH superficial va de 5,4 a 8,3. **Muestreo.** La muestra se generó a partir de las observaciones de campo de los controles oficiales de Prima Compensatoria sobre terrenos de propiedad privada efectuados desde el año 2007 y con edades comprendidas entre los 4 y los 13 años, ambos extremos incluidos (rango de 10 años). Esta restricción se estableció, en su límite inferior, con el fin de asegurar la consolidación de la plantación una vez finalizados los trabajos de reposición de marras de los primeros años (2 o a lo sumo 3 años). El límite superior lo determinó el compromiso entre una muestra representativa y un rango de edades no excesivo, así como un límite temporal seguro para evitar parcelas con tratamientos selvícolas tempranos (clareos). La selección de la muestra previa (controles de campo) se realizó a través de la selección de los expedientes a nivel provincial: un 25% de forma completamente aleatoria y un 75% por diversos criterios como el tiempo transcurrido desde el último control efectuado o algún avatar administrativo. La ubicación definitiva de los puntos de muestreo se estableció mediante una malla sistemática de origen aleatorio para cada expediente. Todas las parcelas se geolocalizaron mediante GPS. En cada parcela, circular de 200 m², se determinó mediante conteo directo el número de plantas en adecuado estado vegetativo. La densidad obtenida, extrapolada a una ha, se comparó con la densidad inicial de la plantación registrada en la base de datos de la Junta de Castilla y León, obteniéndose la supervivencia para cada punto muestreado. De análoga forma, se determinó la edad de la plantación, en años, comparando la fecha del muestreo con la de la certificación final de la forestación. Todas las plantaciones muestreadas se llevaron a cabo según los criterios técnicos de la Junta de Castilla y León y fueron certificadas supervisadas por el personal técnico a cargo del Programa. La muestra inicial analizada ascendió a 3681 parcelas (Fig.1)

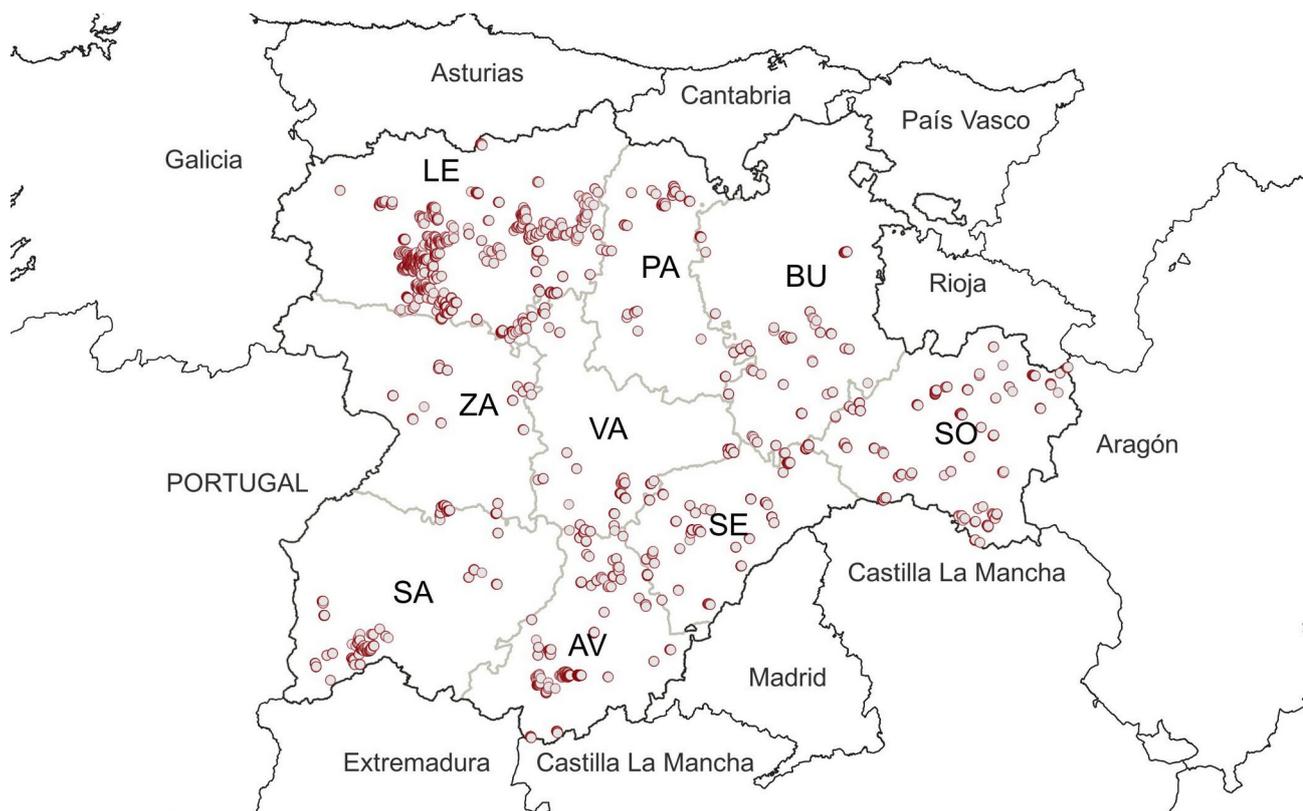


Figura 1. Ubicación de las parcelas de muestreo en la Comunidad de Castilla y León

Tratamiento estadístico. Tras un análisis exploratorio inicial, se calcularon los parámetros básicos de supervivencia para todos los controles dentro del intervalo de edad considerado para toda la muestra (3681 parcelas), así como para 3 submuestras constituidas por aquellas parcelas pertenecientes a una de las siguientes clases de edad: 4-5 años; 8-9 años y 12-13 años.

Con el fin de analizar las diferencias entre las distintas especies, en cada muestra considerada se llevó a cabo una prueba de Kruskal-Wallis con tamaño del efecto calculado a partir de eta cuadrado $\eta^2[H]$ y estimación del intervalo de confianza por bootstrapping. La interpretación de la magnitud del efecto se clasificó según Cohen (1998)

Posteriormente y a la vista del resultado, se realizó un test post-hoc de Dunn con ajuste de Bonferroni para el p-valor y estimación de la magnitud del efecto a partir de la δ de Cliff, equivalente en este caso a la correlación biserial de punto (r_{pb}). Los intervalos de confianza para la magnitud del efecto se calcularon a partir de la aproximación normal vía transformación de Fisher. La interpretación de la magnitud del efecto se clasificó en este caso según el criterio de MEISSEL & YAO (2024).

Para ratificar la robustez de la prueba de Dunn frente la diferente representación muestral de cada especie se optó por aplicar un test de rangos tipo “steel” (MUNZEL & HORTON, 2001). Para los cálculos se emplearon diversos paquetes del programa Rstudio (Rstudio Team, 2020), en concreto: “rstatix” (KASSAMBARA, 2023); “rcompanion” (MANGIAFICO, 2024); “effsize” (TORCHIANO, 2020) y

“RVAideMemoire” (HERVE, 2023)

3. **Resultados** El análisis exploratorio inicial puso de manifiesto la falta de normalidad de la variable supervivencia tanto para la muestra en su conjunto como para cada especie considerada por separado. (Test de Shapiro-Wilk: $0.7447 < W < 0.8471$; $p < 0.001$ para todos los casos). La Figura 2 muestra las distribuciones de densidad de la variable supervivencia para las especies consideradas. Puede observarse el carácter asimétrico de todas ellas, así como su sesgo a la izquierda. El análisis de la homogeneidad de las varianzas a través de la prueba de Levene reveló una clara heterocedasticidad ($F(5,654) = 6.82$; $p < 0.001$)

Figura 2. Funciones de densidad para la supervivencia de las especies analizadas

Supervivencia global por especies. La ratio media de supervivencia para todas las especies consideradas (rodales puros) y en el rango de edades del estudio fue de 0.768, (95% bootstrap CI: 0.759-0.776). La mediana de la supervivencia calculada fue de 0.864 (95% bootstrap CI: 0.844-0.875). El porcentaje de parcelas con una ratio de supervivencia superior a 0.75 (75%) resultó ser del 68% (95% CI(Wald): 0.66-0.69). Los datos con el tamaño de la muestra, edades y supervivencias según especies se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Tamaño de muestra, edades y supervivencia según especies

Especie	N	Edad	(años)(1)	Superv.	(ratio)(1)	Superv.	(ratio)(2)	Superv. > 0.75 (%) (3)
Pinus nigra	1120	7 (5-10)	0.84 [0.66-0.97]	0.761(0.008)		68 [65-71]		
Pinus pinaster	436	7 (7-10)	0.85 [0.73-0.95]	0.806(0.009)		72 [68-76]		
Pinus pinea	859	6 (5-9)	0.91 [0.68-1.00]	0.794(0.008)		70 [67-73]		
Pinus sylvestris	534	8 (6-9)	0.83 [0.59-0.97]	0.729(0.012)		64 [60-68]		
Quercus ilex	619	9 (6-12)	0.86 [0.50-1.00]	0.734(0.012)		61 [57-65]		
Quercus suber	113	9 (9-12)	0.95 [0.80-1.00]	0.862(0.018)		81 [73-88]		
3681	7 (5-10)	0.86 [0.66-1.00]	0.768(0.004)			68 [66-69]		

La aplicación del test de Kruskal-Wallis para la ratio de supervivencia mostró diferencias significativas entre las especies estudiadas, $\chi^2(5, N= 3681) = 43,956, p_{ajustado} < 0.001$, con un tamaño del efecto muy pequeño ($\eta^2[H] = 0.0106$; 95% bootstrap CI: 0.005-0.020). El análisis post-hoc, prueba de Dunn, reveló también diferencias significativas entre las plantaciones de *Quercus suber* y el resto de las

especies y entre las plantaciones de *Pinus pinea* con *Pinus sylvestris* y con *Pinus nigra* (Fig. 3). En todos los casos, el tamaño del efecto entre la supervivencia de las especies que presentaron diferencias significativas resultó despreciable o pequeño (Tabla 3). La aplicación del test de rangos tipo “steel” presentó resultados análogos a la prueba de Dunn en cuanto a los grupos de especies con diferencias significativas (no mostrado). La Figura 4, muestra la ordenación de las distintas especies según su rango medio, indicador de su comportamiento en cuanto a ratios de supervivencia.

Figura 3. Supervivencia de 6 especies en rodales puros de propiedad privada con edades entre los 4 y los 13 años del Plan de Forestación de Tierras Agrarias de Castilla y León. En rojo, la media. Las líneas muestran los grupos con diferencias significativas. Los asteriscos indican la significación del p-valor ajustado: *** < 0.001; ** < 0.01; * < 0.05; +: outliers.

Tabla 3. Comparación de supervivencia entre especies. Resultados de la prueba de Dunn y magnitud del efecto

Grupo 1	Grupo 2	rm 1(1)	rm 2(1)	rm 1- rm 2	Z	p-ajust	(2)	δ	de Cliff (CI)	Mag.	efect (3)
<i>P. nigra</i>	<i>P. pinaster</i>	1795.46	1846.66	51.21	0.86	ns	-0.030	[-0.09-0.04]		-	
<i>P. nigra</i>	<i>P. pinea</i>	1795.46	1960.91	165.45	3.46	***	-0.090	[-0.14,-0.04]		despreciable	
<i>P. nigra</i>	<i>P. sylvestris</i>	1795.46	1692.72	-102.73	-1.86	ns	0.060	[0.00-0.12]		-	
<i>P. nigra</i>	<i>Q. ilex</i>	1795.46	1801.57	6.11	0.12	ns	-0.003	[-0.06-0.05]		-	
<i>P. nigra</i>	<i>Q. suber</i>	1795.46	2275.70	480.25	4.62	***	-0.270	[-0.37,-0.16]		pequeño	
<i>P. pinaster</i>	<i>P. pinea</i>	1846.66	1960.91	114.25	1.84	ns	-0.070	[-0.13-0.00]		-	
<i>P. pinaster</i>	<i>P. sylvestris</i>	1846.66	1692.72	-153.94	-2.26	ns	0.090	[-0.02-0.16]		-	
<i>P. pinaster</i>	<i>Q. ilex</i>	1846.66	1801.57	-45.10	-0.68	ns	0.030	[-0.04-0.10]		-	
<i>P. pinaster</i>	<i>Q. suber</i>	1846.66	2275.70	429.04	3.86	**	-0.250	[-0.36,-0.14]		pequeño	
<i>P. pinea</i>	<i>P. sylvestris</i>	1960.91	1692.72	-268.19	-4.62	***	0.140	[0.08,0.20]		despreciable	
<i>P. pinea</i>	<i>Q. ilex</i>	1960.91	1801.57	-159.34	-2.87	ns	0.080	[0.02,0.14]		-	
<i>P. pinea</i>	<i>Q. suber</i>	1960.91	2275.70	314.79	2.99	*	-0.170	[-0.28,-0.06]		pequeño	
<i>P. sylvestris</i>	<i>Q. ilex</i>	1692.72	1801.57	108.84	1.75	ns	-0.05	[-0.12-0.02]		-	
<i>P. sylvestris</i>	<i>Q. suber</i>	1692.72	2275.70	582.98	5.35	***	-0.31	[-0.41,-0.20]		pequeño	
<i>Q. ilex</i>	<i>Q. suber</i>	1801.57	2275.70	474.13	4.40	***	-0.24	[-0.34,-0.12]		pequeño	



(1) rm: rango medio de cada grupo;	<i>p</i> valor	ajustado (***: $p < 0,001$ **: $p < 0,01$ *: $p < 0,05$) (3) Magnitud del efecto según Meissel & Yao (2024)
(2) significac ión del		

Figura 4. Rangos medios de las 6 especies estudiadas. Diferentes letras indican diferencias significativas

Supervivencia por especies y edades. En la Figura 5 se muestran los datos de supervivencia de las todas las parcelas muestreadas agrupadas en clases de edad de 2 años. Los resultados referentes a las tres clases de edad analizadas individualmente (4-5 años, 8-9 años y 12-13 años) se detallan en la Tabla 4. La aplicación del test de Kruskal-Wallis para las tres clases de edad referidas reveló diferencias significativas entre las especies estudiadas y, al igual que ocurrió con el análisis efectuado sobre la totalidad de la muestra, el tamaño del efecto fue pequeño en los tres casos (Tabla 5). La prueba post-hoc efectuada mostró que el mayor número de diferencias significativas se dio entre las plantaciones más jóvenes (4-5 años), con 6 pares de especies de las 15 posibles. Las diferencias más relevantes en esta clase de edad (efecto grande) se produjeron entre el *Pinus nigra* y el *Pinus sylvestris*, con una supervivencia claramente mejor del segundo, y entre el *Quercus suber* con el *Pinus pinaster* y con el *Pinus sylvestris*. El número de diferencias significativas disminuye sólo a 3 en la clase central (8-9 años), las 3 con presencia de *Pinus nigra*, que ha presentado tasas de supervivencia inferiores tanto al *Pinus pinaster* como a *Quercus ilex* y *Quercus suber* aunque con tamaños de efecto pequeños. Finalmente, la clase de edad más antigua (12-13 años) viene definida por el mejor comportamiento en cuanto a supervivencia de *Quercus suber*, respecto al resto de las especies estudiadas salvo el *Pinus sylvestris*. Estas diferencias resultan especialmente relevantes por cuanto presentan un tamaño de efecto grande (Tabla 6).

Fig. 5. Distribución de la supervivencia en las parcelas según especies y grupos de edad (años). En rojo, la media.

Tabla 4. Ratios de supervivencia según tres clases de edad bienales

<i>P. nigra</i>	<i>P. pinaster</i>	<i>P. pinea</i>	<i>P. sylvestris</i>	<i>Q. ilex</i>	<i>Q. suber</i>
CD 4-5 años					
N	299	72	289	131	112
Min - Max	0.00 - 1.00	0.03 - 1.00	0.00 - 1.00	0.00 - 1.00	0.06 - 1.00
Media (SD)	0.84 (0.20)	0.77 (0.25)	0.76 (0.29)	0.65 (0.32)	0.78 (0.30)



Mediana	[Q1 : Q3]	0.91	[0.81 - 1.00]	0.84	[0.64 - 0.98]	0.88	[0.64 - 1.00]	0.75	[0.41 - 0.94]	0.94	[0.63 - 1.00]	1.00	[0.94 - 1.00]
CD 8-9 años													
N	119	91	198	160	104							61	
Min - Max	0.06 - 1.00	0.16 - 1.00	0.05 - 1.00	0.05 - 1.00	0.05 - 1.00								0.27 - 1.00
Media (SD)	0.72 (0.25)	0.83 (0.18)	0.81 (0.21)	0.79 (0.23)	0.76 (0.27)								0.84 (0.18)
Mediana	[Q1 : Q3]	0.78	[0.59 - 0.94]	0.86	[0.75 - 0.95]	0.86	[0.73 - 0.97]	0.88	[0.75 - 0.94]	0.82	[0.63 - 1.00]	0.88 [0.75 - 1.00]
CD 12-13 años													
N	82	60	79	46	184								32
Min - Max	0.03 - 1.00	0.06 - 1.00	0.22 - 1.00	0.05 - 1.00	0.08 - 1.00								0.20 - 1.00
Mean (SD)	0.64 (0.34)	0.70 (0.26)	0.70 (0.25)	0.75 (0.26)	0.63 (0.30)								0.88 (0.21)
Mediana	[Q1 : Q3]	0.74	[0.34 - 0.95]	0.77	[0.61 - 0.86]	0.73	[0.45 - 0.95]	0.85	[0.58 - 0.94]	0.65	[0.36 - 0.93]	1.00	[0.81 - 1.00]

Tabla 5. Resultado de la prueba de Kruskal Wallis para las especies estudiadas según clases de edad.

Clase de edad	N	df	χ^2		p_ajustado	Sign.	Tamaño del efecto	[IC](1)	Mag.efecto(2)
4-5 años	1120	5	43.153	<0.001	***	0,0416 [0.02 - 0.08]		pequeño	
7-8 años	436	5	17.117	<0.01	**	0.0167 [0.0036 - 0.05]		pequeño	
12-13 años	859	5	27.084	<0.001	***	0.046	3	[0.02 - 0.1]	pequeño
2	[]

Tabla 6. Comparación de supervivencia entre especies según clases de edad. Resultados de la prueba de Dunn y magnitud del efecto (sólo para parejas significativas)

Grupo 1	Grupo 2	rm 1- rm 2 (1)	Z	p.ajust (2)	δ	de Cliff (CI)	Mag.efecto (3)
CD 4-5 años							
P. nigra	P. sylvestris	-149,37	5,434	****	-0.51		grande
P. pinaster	Q. suber	200,66	3,026	*	-0.45		grande
P. pinea	P. sylvestris	-111,55	4,037	***	0.23		pequeño
P. pinea	Q. suber	179,92	2,966	*	-0.37		medio
P. sylvestris	Q. ilex	159,04	4,710	****	-0.31		pequeño

P. sylvestris	Q. suber	291,46	4,627	****	-0.59	grande
CD 8-9 años						
P. nigra	P. pinaster	87,26	2,978	*	-0.26	pequeño
P. nigra	P. pinea	84,43	3,460	**	-0.23	pequeño
P. nigra	Q. suber	111,34	3,361	*	-0.30	pequeño
CD 12-13 años						
P. nigra	Q. suber	121,64	4,194	***	-0.49	grande
P. pinaster	Q. suber	117,24	3,849	**	-0.56	grande
P. pinea	Q. suber	107,12	3,674	**	-0.46	grande
Quercus ilex	Q. suber	133,29	5,002	****	-0.51	grande

1. **rm 1- rm 2:** Diferencias de rangos medios entre grupos; (2) significación del *p*-valor ajustado(****: $p < 0,001$ ***: $p < 0,01$ *: $p < 0,05$) (3) Magnitud del efecto según Meissel & Yao (2024)

4. **Discusión** A la luz de lo mostrado en los resultados, la supervivencia temprana en los rodales puros de las plantaciones del PFTACYL en predios privados presenta valores considerablemente elevados para las 6 especies analizadas. Si bien existen diferencias estadísticamente significativas entre la supervivencia de las especies en su conjunto, estas diferencias son pequeñas. Esta pauta se repite tanto en un análisis global para las plantaciones dentro de un rango de 10 años edad, como en los análisis efectuados sobre clases de edad más estrechas (dos años). El análisis específico de los pares de especies significativos revela tamaños de efecto pequeños para el conjunto de la muestra y algo mayores para las clases de edad más baja (4-5 años) y más elevada (12-13 años). La mayor parte de los efectos elevados son debidos a las diferencias entre *Quercus suber* y otras especies. Dada la naturaleza del muestreo efectuado y lo amplio de la muestra, el estudio puede considerarse representativo de lo que ha ocurrido en estas plantaciones en la región. La especie con un mejor comportamiento ha sido *Quercus suber*, de distribución restringida en la región y plantado fundamentalmente en Salamanca, pero también en Zamora y Ávila. El potencial de la especie en Castilla y León ya había sido puesto de manifiesto en diversos estudios (JOVELLAR *et al.*, 2005, SANCHEZ PALOMARES *et al.* 2012). Los resultados obtenidos lo afianzan como una opción consolidada a tener en cuenta por parte los propietarios, siempre que nos movamos dentro de su ámbito ecológico. A escala global, *Pinus pinea* es la segunda especie con mayor éxito de las estudiadas y, paralelamente, también la segunda especie más empleada en el PFTACYL (VILLADA *et al.*, 2024). *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra* han presentado tasas de supervivencia algo más bajas, aunque sus resultados no pueden considerarse estadísticamente peores que los del *Pinus pinaster* y *Quercus ilex*. Esta última especie se ha empleado en el PFTACYL de manera profusa, tanto en rodales puros, objeto de este estudio, como en mezclas. Sus tasas de supervivencia temprana son claramente esperanzadoras y superan las



cifras aportadas en otros estudios sobre la especie (véanse, entre otros DEL CAMPO *et al.* (2020), VIECO MARTÍNEZ *et al.* (2023), REY BENAYAS (1998), REY BENAYAS Y CAMACHO (2004)) aunque ligeramente inferiores a las encontradas por GARCÍA FAYOS *et al.* (2024), este último sobre plantaciones arboladas existentes después de 25 años. No obstante, los planteamientos de los estudios citados y otros similares en cuanto a objetivos, ámbito geográfico o selección de la muestra, hacen que las comparaciones con los resultados aquí presentados deban tomarse con cautela. Recuérdese al respecto que la implantación directa y mayoritaria de la especie en España se remonta a no más de treinta años. Las supervivencias obtenidas parecen avalar por el momento, a nivel regional, la elección de especies y métodos, que ha venido pautada por los denominados “Cuadernos de Zona” del PFTACYL (JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN, 2024) y por los requerimientos técnicos desarrollados para el Programa (JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN, 2019). Por otra parte, hay que remarcar que este trabajo se ha llevado a cabo sobre rodales puros y en fincas de propiedad privada. La superficie del PFTACYL con estas características apenas supone el 25 % de la superficie total forestada desde 1993. Las plantaciones en terrenos públicos y la preponderancia de los rodales mezclados en el PFTACYL (ver tabla 1) deberán ser objeto de estudios ulteriores, como también habrán de serlo estudios a mayor escala indaguen sobre el comportamiento local de las forestaciones del PFTACYL y su relación con variables ambientales. Por último, es importante reseñar de cara a la interpretación de los resultados, que este trabajo ha considerado todas las plantaciones del PFTACYL que cumplían los requisitos en cuanto a edad y composición, con independencia de que tuvieran planta o no en el momento del muestreo y con independencia de cualquier perturbación de que hubieran podido ser objeto (incendio, predación, condiciones edáficas, etc.) Ello por el propio objetivo que se planteaba: monitorizar un aspecto básico del PFTACYL como es la supervivencia de la planta.

5. Conclusiones

Las tasas de supervivencia de planta de las 6 especies analizadas presentan unos valores satisfactorios y ratifica, con las limitaciones del estudio llevado a cabo, la adecuación de las especies y los métodos utilizados a escala regional. El tamaño de la muestra y su diseño avalan la solidez de los resultados obtenidos. Estudios más restringidos geográficamente, sobre masas mezcladas o más antiguas deberán llevarse a cabo para seguir completando la monitorización del PFTACYL y mejorando los aspectos técnicos del mismo que puedan ser necesarios, especialmente a escala local.

6. **Bibliografía** BEN-SHACHAR M.; LÜDECKE D.; MAKOWSKI D.; 2020. effectsize: Estimation of Effect Size Indices and Standardized Parameters. *Journal of Open Source Software*, 5(56), 2815. doi:10.21105/joss.02815 COHEN J.; 1988. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd edition. New York: Academic Press DEL CAMPO A.D.; SEGURA-ORENGA G., CEACERO C.J.; GONZÁLEZ-SANCHIS M., MOLINA A.J., REYNA S., HERMOSO, J. ;2020. Reforesting drylands under novel climates with extreme drought filters: The importance of trait-based species selection, *Forest Ecology and Management*, Volume 467 FAO YWRI;



2019. *El camino de la restauración: guía de identificación de prioridades para monitorear los bosques y paisajes*. Roma, Washington, D.C. GALLEGO CIPRÉS, F.; CHNAIS, E.; DÍAZ-FERNÁNDEZ, S.; GALLO, C.; JOVELLAR, L.C.; SÁNCHEZ, T.; 2024. Monitoring Restoration in the Mediterranean Region in: FAO. 2024. Restoring the Mediterranean region: status and challenges. *Unasylva* No. 255 – Vol. 75 2024/1. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd1720en> GARCÍA-FAYOS P.; MOLINA J.M.; ESPIGARES T.; TORMO J.; ORDUNA Y.; J.; NICOLAU J.M.; LÓPEZ-GURILLO B.; MORENO DE LAS HERAS M.; BOCHET E.; 2024. The success of *Quercus ilex* plantations in agricultural fields in eastern Spain. *New Forests* (2024) 55:1195–1208 <https://doi.org/10.1007/s11056-024-10031-3> HERVE M.; 2023. RVAideMemoire: Testing and Plotting Procedures for Biostatistics_. R package version 0.9-83-7, <<https://CRAN.R-project.org/package=RVAideMemoire>> IUCN. The restoration barometer. 2023. <https://www.iucn.org/resources/conservation-tool/restoration-barometer>. Accessed on 26 Nov 2024 JOVELLAR LC.; GALLEGO F.; DÍAZ-FERNÁNDEZ S.; RIVERA, R.; SÁNCHEZ, A.M.; GÓMEZ, R.; VILLADA D.; 2022. SISREP: Sistema de Gestión de la Información del Programa de Forestación de Tierras Agrarias de Castilla y León. *Actas del 8º Congreso Forestal Español*. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Lérida. JOVELLAR LC.; BLANCO A.; SANTOS F.; 2005. Caracterización edáfica y climática de *Quercus suber* L. en las provincias de Salamanca y Zamora. *Actas del 5º Congreso Forestal Español*. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Zaragoza. JOVELLAR LC.; CEBALLOS J.; 2022. Propuesta de clasificación dinámico-estructural a priori de las repoblaciones forestales. *Actas del 7º Congreso Forestal Español*. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Plasencia. JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN; 2019. Requerimientos técnicos para la realización de trabajos de forestación de tierras agrícolas (2014-2020). Actualización 2019. <https://medioambiente.jcyl.es/web/es/medio-natural/actualizacion-2019-requerimientos-tecnicos.html> JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN; 2024. Cuadernos de zona en el marco del plan estratégico de la política agrícola común (PEPAC) Actualización 2024. Período 2023-2027. <https://medioambiente.jcyl.es/web/es/medio-natural/actualizacion-2024-cuadernos-zona.html> KASSAMBARA A.; 2023. rstatix: Pipe-Friendly Framework for Basic Statistical Tests_. R package version 0.7.2, <https://CRAN.R-project.org/package=rstatix> MANGIAFICO S.; 2024. rcompanion: Functions to Support Extension Education Program Evaluation. version 2.4.36. Rutgers Cooperative Extension. New Brunswick, New Jersey. <https://CRAN.R-project.org/package=rcompanion> MANSOURIAN, S.; STEPHENSON, P. J.; 2023. Exploring Challenges and Lessons for Monitoring Forest Landscape Restoration. *Current Landscape Ecology Reports*, 8(4), 159-170. MANSOURIAN, S.; VALLAURI, D.; 2022. Challenges in measuring multiple impacts hinder performance recognition in forest landscape restoration: experience from seven field projects. *Restor Ecol*, 30: e13504. <https://doi.org/10.1111/rec.13504> MEISSEL, K.; YAO, E.; 2024. Using Cliff's Delta as a Non-Parametric Effect Size Measure: e: An Accessible Web App and R Tutorial. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, Vol 29 No 2. MENÉNDEZ-MIGUÉLEZ M.; RUBIO-CUADRADO A.; CAÑELLAS I.; ERDOZAIN M.; DE MIGUEL S.; LAPIN K.; HOFFMANN J.; WERDEN L.; ALBERDI I.; 2024. How to measure outcomes in forest restoration? A European review of success and failure indicators. *Front. For. Glob. Change*.



7:1420127. doi: 10.3389/ffgc.2024.1420127 MIDWAY S.; ROBERTSON M.; FLINN S.; KALLER M.; 2020. Comparing multiple comparisons: practical guidance for choosing the best multiple comparisons test. *PeerJ* 8:e10387 <https://doi.org/10.7717/peerj.10387> REY BENAYAS J.M.; 1998. Growth and survival in *Quercus ilex* L. seedlings after irrigation and artificial shading on Mediterranean set-aside agricultural land. *Ann.Sci.For.* 55: 801-807 REY-BENAYAS J.M.; CAMACHO-CRUZ A.; 2004. Performance of *Quercus ilex* saplings planted in abandoned Mediterranean cropland after long-term interruption of their management. *For Ecol Manag* 194:223–233. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.02.035> RSTUDIO TEAM; 2020. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>. SÁNCHEZ PALOMARES O.; JOVELLAR LACAMBRA, L.; SARMIENTO MAILLO L.A.; RUBIO SÁNCHEZ A.; GANDULLO GUTIERREZ J.M.; 2007. Las estaciones ecológicas de los alcornocales españoles. Madrid, España: INIA STANTURF JA.; PALIK BJ.; DUMROESE RK.; 2014. Contemporary forest restoration: a review emphasizing function. *For. Ecol. Manag.* 331: 292–323 TORCHIANO, M.; 2020. effsize: Efficient effect size computation. <https://cran.rproject.org/pac> TORRES, J. M.; 2001. Evaluación de plantaciones forestales. México: Limusa-Noriega. VILLADA ROJO D.; JOVELLAR LACAMBRA L.C.; DÍAZ FERNÁNDEZ S.; 2024. El Programa de Forestación de Tierras Agrarias de Castilla y León (1993-2023) como instrumento para la restauración forestal. *Foresta*, 89.