



2025 | 16-20
GIJÓN | JUNIO

9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

9CFE-1729

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

Organiza





Una aproximación al grado de éxito de las repoblaciones sobre matorral pirófito en la montaña oriental leonesa

AROCA-FERNÁNDEZ M.J. (1), GARCÍA-VIÑAS J.I. (1), GALÁN PARDO M.A. (2), GÓMEZ FERNÁNDEZ M., (3), SEVILLA MARTÍNEZ F. (4)

(1) Universidad Politécnica de Madrid. ETSI Montes Forestal y Medio Natural.

(2) Junta de Castilla y León. Servicio Territorial de Medio Ambiente de León.

(3) Junta de Castilla y León. Servicio de Prevención de Incendios y Restauración.

(4) Junta de Castilla y León. Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos.

Resumen

En el reborde montañoso del norte de Castilla y León se han efectuado en el último siglo del orden de 100.000 ha de repoblaciones sobre matorral pirófito. Este vasto trabajo supone un magnífico campo de estudio, apenas iniciado, para analizar las repercusiones de una actuación de tanta relevancia.

El presente trabajo pretende explorar el estado actual de este tipo de masas repobladas dentro del sector nororiental de la provincia de León y compararlo con lo proyectado en origen según la información oficial de la Junta de Castilla y León. Se seleccionan para ello cuatro repoblaciones con al menos 20 años de antigüedad; y se evalúan la densidad, talla y especie de los pies supervivientes mediante un muestreo por transectos en el que se recorren un total de 7,8 km de líneas de plantación.

Las repoblaciones efectuadas con un pino adecuado a la estación (*Pinus sylvestris*, *P. uncinata* y *P. nigra*) consiguen éxitos de instalación superiores al 80 %, con densidades de plantación > 1500 pies/ha y con tallas que permiten superar con claridad al matorral pirófito y desplazarlo. Por el contrario, con carácter general, las frondosas repobladas no han conseguido instalarse en porcentaje y talla suficientes como para cambiar la dinámica en curso.

Palabras clave

Elección de especie, arraigo, restauración forestal

1. Introducción

En España, la repoblación forestal ha sido el trabajo clave de restauración ecológica en el último siglo, con una extensión trabajada de más de cinco millones de hectáreas (PEMÁN GARCÍA *et al.*, 2017). Contrastando con la enorme magnitud de estos trabajos, la investigación de sus resultados todavía adolece de enormes lagunas. Analizar aciertos y errores es la clave para ir mejorando, pues lo contrario aboca a improvisar y a actuar más por prejuicios que por hechos constatados.

En la actualidad se está asistiendo a un renovado interés por la repoblación forestal (ARMENTERAS *et al.*, 2016), con objetivos sobre todo ecológicos y en particular de fijación de carbono. Al tradicional impulso público a las políticas de aumento de la extensión arbolada, que no están en la actualidad en el momento de mayor auge, se ha superpuesto su financiación por parte de empresas privadas



que buscan mejorar su imagen corporativa (OFICINA ESPAÑOLA DE CAMBIO CLIMÁTICO, 2024). Las nuevas iniciativas vienen acompañadas con frecuencia de ideas preconcebidas sobre los errores de las antiguas repoblaciones forestales y por eso es especialmente importante la tarea de analizar la situación de los montes donde se han efectuado estos trabajos.

El norte de Castilla y León ha sido una de las zonas más activas de España en cuanto a trabajos de repoblación forestal efectuados en las últimas tres décadas. La mayor parte de las plantaciones se ha realizado sobre matorrales pirófitos, fundamentalmente brezales, aunque también sobre matas de tojo y otras leguminosas (escobares, piornales...). El tiempo transcurrido desde que se llevaron a cabo muchas de estas actuaciones y la información disponible tanto en documentos técnico-administrativos como en la memoria de los profesionales que ejecutaron las obras y aún desempeñan sus funciones en la administración, ofrece a día de hoy una oportunidad inestimable para valorar los resultados de una enorme variedad de trabajos de repoblación. El interés de esta oportunidad de aprendizaje es innegable, tanto para el avance general del conocimiento en la materia, como por el hecho de que el matorral que se puede clasificar como pirófito (que tiene asociada la estabilidad a la recurrencia del incendio, con una respuesta mediante brotación y/o fuerte germinación) ocupa en la actualidad en la provincia de León unas 400.000 ha, que suponen algo más de 36 % de la superficie forestal de la provincia (tabla 1) (Mapa Forestal de España de máxima actualidad —MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO, 2025, y RUIZ DE LA TORRE, 1990—).

Tabla 1. Tipos de matorral pirófitos presentes en la provincia de León, principales agrupaciones vegetales y superficie de ocupación (datos 2020, Mapa Forestal de España de máxima actualidad —MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO, 2025, y RUIZ DE LA TORRE, 1990—).

Tipo general de matorral	Incluye	Superficie (ha)	% respecto superficie total de matorral pirófito
Matorrales de ericáceas no hidrófilas	Brezales mesófilos, etc.	228.156,8	57,1
Matorrales de leguminosas	Escobares, xestéricas, piornales, carquesales, etc.	138.796,3	34,8
Matorrales de cistáceas	Jarales, jaguarzales, etc.	20.556,6	5,2
Matorrales de labiadas	Cantuesares, salviares, tomillares, etc.	11.820,3	3,0

2. Objetivos

El presente trabajo tiene como objetivo llevar a cabo una primera aproximación al análisis del estado de las repoblaciones mixtas realizadas en el NE leonés sobre formaciones de matorral pirófito, 20-25 años después de la plantación.

Se pretende para ello cuantificar en las masas repobladas la densidad, talla y especie de los pies supervivientes y valorar el éxito alcanzado en función de la especie o mezcla de especies introducida.

3. Metodología

3.1. Área de estudio

El presente estudio se lleva a cabo sobre cuatro repoblaciones ubicadas en el sector nororiental de la provincia de León. Dichas repoblaciones se seleccionan entre las que cumplen los siguientes requisitos:

- Fecha de repoblación entre 1995 y 2005.
- Realizadas con mezcla de frondosas y pinos (con un mínimo de frondosas del 15%).
- Sobre terrenos anteriormente ocupados por formaciones de matorral pirófito (tabla 1).
- Zonas sin elevada presión de ungulados silvestres, particularmente ciervo, al menos en los primeros diez años de la repoblación.
- Ubicadas en Montes de Utilidad Pública.

Entre todas las repoblaciones candidatas, se seleccionan aquellas de las que existe suficiente documentación y memoria de los trabajos realizados, tratando de maximizar además los porcentajes de plantación de frondosas proyectados. Se intenta así mismo seleccionar montes que aseguren una mínima gama de condiciones climáticas dentro de la región nororiental de León, por lo que, dado que dichas condiciones van ligadas a latitud y altitud, se eligen: i) dos montes ubicados en la zona más septentrional de la provincia, más montañosa, con mayores altitudes y pendientes; y ii) otros dos más al sur, en la zona del páramo, con altitudes menores y pendientes menos pronunciadas. La ubicación de las repoblaciones seleccionadas dentro de la provincia de León se representa en la figura 1 y sus principales características fisiográficas, así como sus montes de pertenencia, se resumen en la tabla 2.

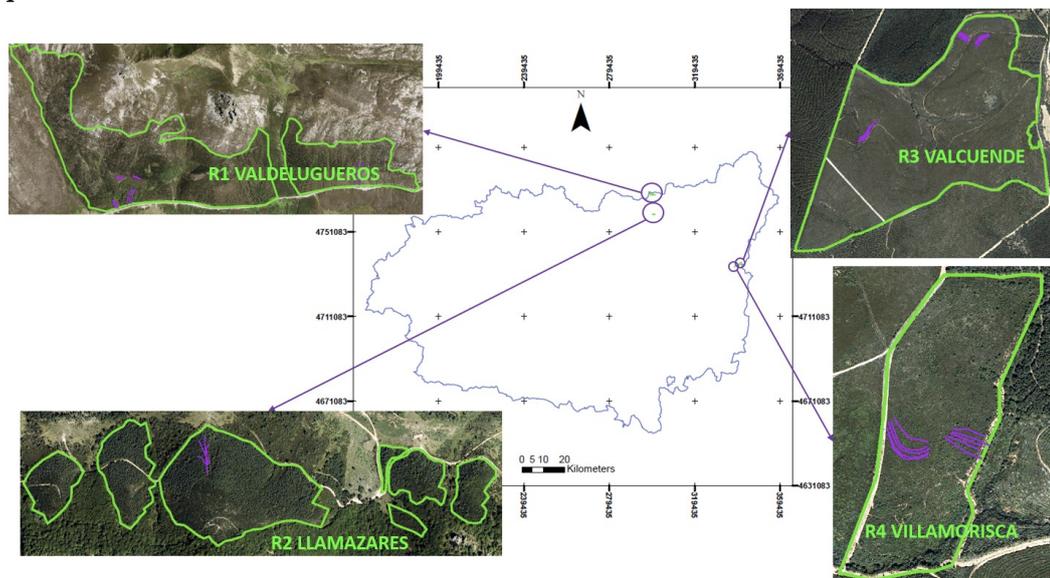


Figura 1. Localización de las 4 repoblaciones seleccionadas para el muestreo con respecto al límite de la provincia de León (línea azul). Los perímetros de las

replantaciones (línea verde) y los transectos efectuados (líneas moradas) se representan sobre ortofoto PNOA máxima actualidad (ETRS89 UTM30N) (<https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/home>).

Tabla 2. Listado de replantaciones seleccionadas para el estudio dentro del cuadrante nororiental leonés: localización y principales características fisiográficas.

Monte	Ayuntamiento o propietario	Superficie replantada (ha)	X media	Y media	Intervalo altitudinal (m)	Altitud media (m)	Pendiente media (%)
MUP 746	Valdelugueros	103,6	299712	4768946	1544 - 1888	1672	42
MUP 741	Llamazares	16,1	300317	4759367	1331 - 1534	1433	50
MUP 608	Valcuende	84,6	340868	4735990	1056 - 1131	1108	13
MUP 615	Villamorisca	10,6	338271	4734390	1038 - 1118	1092	21

Coordenadas del punto central de cada replantación (Xmedia, Ymedia) expresadas en UTM 30N ETRS89

Tal y como se ha indicado anteriormente, el clima de la zona de estudio presenta un fuerte gradiente norte sur. En las replantaciones del norte (Valdelugueros y Llamazares) las precipitaciones son cuantiosas (1452 mm y 1281 mm anuales respectivamente), mientras que más al sur (Valcuende y Villamorisca) disminuyen notablemente (721 mm y 710 mm). El régimen térmico, aunque en todos los casos es fresco, acusa también ese gradiente latitudinal con un aumento de las temperaturas hacia el sur en torno a 2,5°C (temperatura media anual de 9,1°C frente a 6,6°C; media de las mínimas del mes más frío de -5,5°C frente a -2,5°C; y media de las máximas del mes más cálido de 25,8°C frente a 23,4°C). El conjunto de ambas cosas lleva a encontrar en las replantaciones norteñas seis meses de helada segura (noviembre a abril) pero ninguno de aridez y un período vegetativo de leñosas de 6 meses anuales; mientras que en las replantaciones más meridionales la helada segura se reduce a 4 meses, pero la aridez aumenta a 2 meses, generándose en conjunto un período vegetativo de leñosas de 5 meses. Las condiciones climáticas medias en los montes que integran la zona de estudio, según datos procedentes del visor del Atlas climático de la AEMET (https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_climatico/visor_atlas_climatico) se aportan en la tabla 3.

Tabla 3. Características climáticas medias de los montes seleccionados para el estudio según el visor del Atlas climático de la AEMET (https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_climatico/visor_atlas_climatico).

MT 6: FUEGO Y OTROS RIESGOS ABIÓTICOS



Monte	Término municipal	P _{anual} (mm)	P _{estival} (mm)	T _{media} (°C)	T _{min,F} (°C)	T _{max,C} (°C)	Aridez (mes)	HS (mes)	HP (mes)	PV
MUP 746	Valdelugeros	1452	189	6,7	-5,2	23,4	0	6	2	6
MUP 741	Llamazares	1281	156	6,6	-5,5	23,9	0	6	2	6
MUP 608	Valcuende	721	110	9,1	-2,9	25,8	2	4	2	5
MUP 615	Villamorisca	710	107	9,1	-2,8	25,8	2	4	2	5



P_{anual} : precipitación media anual; P_{estival} : precipitación media julio-septiembre; $T_{\text{media}}^{\text{a}}$: temperatura media anual; $T_{\text{min}}^{\text{a}}$: temperatura media de las mínimas del mes más frío; $T_{\text{max}}^{\text{a}}$: temperatura media de las máximas del mes más cálido; Aridez: nº de meses de aridez según el criterio Gaussen ($2 \cdot T_{\text{mensual}}^{\text{a}} > P_{\text{mensual}}$); HS: nº meses con helada segura ($T_{\text{min}}^{\text{a}} < 0^{\circ}\text{C}$); HP: nº de meses con helada muy probable según criterio Emberger ($T_{\text{min}}^{\text{a}} < 3^{\circ}\text{C}$). PV: período vegetativo de leñosas, nº de meses sin aridez y con $T_{\text{media}}^{\text{a}} > 6,5^{\circ}\text{C}$.

El relieve de la Montaña Oriental Leonesa presenta dos zonas claramente contrastadas: la zona ubicada al norte de la línea imaginaria La Robla - Boñar - Cistierna - Guardo, con un relieve típico de montaña con mayores pendientes y fisiografía más quebrada; y la zona al sur de dicha línea, con relieve de piedemonte generado por una concatenación de lomas (denominadas páramos) divididas por las amplias vegas de los ríos. En cuanto al sustrato geológico, este es sumamente variado y con cambios bruscos a pequeña escala. No obstante, la acción repobladora se ha centrado en los sustratos más pobres: cuarcitas y areniscas en la montaña y rañas silíceas en el piedemonte.

La zona de estudio, en ausencia de masas arboladas o gestión de pastos, presenta típicamente una cubierta vegetal de matorral pirófito, que también coloniza con fuerza las plantaciones tras los trabajos de repoblación. Se forman así brezales mesófilos de *Erica australis* de talla entre media y alta, con espesura muy elevada; en el que concurren otras especies acompañantes como *Pterospartum tridentatum*, *Halimium lasianthum*, *Halimium umbellatum*, *Erica cinerea*, *Calluna vulgaris*, *Erica arborea*, *Agrostis castellana*, *Avenella flexuosa* y algún *Cytisus scoparius*, y se pueden encontrar pies dispersos o en vaguadas con talla arborescentes o menor de rebollo (*Quercus pyrenaica*) o de haya (*Fagus sylvatica*) y de abedul (*Betula* spp.) en los dos rodales ubicados más al norte. En las cotas medias y altas también aparecen escobares mixtos de *Genista florida* y *Cytisus scoparius* con talla alta y espesura entre alta y arbustiva acompañadas de algún pie de *Quercus pyrenaica* y *Erica arborea* junto con abundantes herbáceas en un estrato muy bajo como *Arenaria montana*, *Silene nutans*, *Agrostis castellana*, *Helictochloa marginata* y *Festuca* sp. La talla y espesura con la que actualmente aparecen estas formaciones en las repoblaciones analizadas son por lo general elevadas, pero depende, al margen de las condiciones locales de calidad de estación, de la densidad y talla alcanzada por la masa repoblada en las distintas zonas. Así, a medida que se va desarrollando la masa arbolada, el matorral se va viendo desplazado hasta acabar generando un subpiso muy claro cuando dicha masa alcanza espesura completa y talla superior a la del matorral, como en el caso de los pinares de Llamazares. Por el contrario, en ausencia de una masa arbolada de suficiente espesura, el matorral alcanza espesura completa y talla mayor o igual a 1,5 m.

Los trabajos de repoblación se realizaron en los montes seleccionados entre 1996 y 2004 (tabla 4). Dependiendo de la pendiente del terreno la preparación del suelo se llevó a cabo mediante subsolado lineal profundo o mediante ahoyado con rejonos con orejetas, y la plantación fue manual mediante planta en envase de 1 ó 2 savias. Un porcentaje variable de las frondosas se instalaron con tubo protector



tipo Tubex.

3.2. Muestreo

Dentro de cada una de las 4 repoblaciones elegidas se selecciona un número variable de zonas a transectar dependiente del grado de homogeneidad de las labores repobladoras realizadas, así como de la respuesta vegetal. En cada una de dichas zonas se lleva a cabo el muestreo de las existencias de pies procedentes de repoblación mediante transectos lineales paralelos a las líneas de plantación. Los muestreos se realizan en equipos de 3-5 personas que recorren el terreno en trayectorias paralelas, de tal forma que cada miembro del equipo camina entre dos líneas de plantación tomando nota, para ambas hileras, tanto de las plantas vivas como de los puntos de plantación vacíos que aún suelen ser patentes y se localizan tomando distancias sucesivas mediante un jalón de dos metros. Dependiendo del tipo de preparación del terreno realizado en cada zona, los recorridos se realizan por curva de nivel (preparación del terreno mediante subsolado lineal) o por máxima pendiente (preparación del terreno por ahoyado) de acuerdo a la orientación de las líneas de plantación en cada escenario. Las trayectorias seguidas se registran mediante GPS Garmin GPSMap60C. Para cada uno de los pies vivos encontrados se anota la especie y la altura, salvo en el caso de la repoblación de Llamazares en la que, debido a la elevada densidad y talla de los pies (> 10m), se tomó nota de los diámetros normales de los mismos en lugar de su altura.

Las características generales de las zonas de muestreo en cada repoblación, así como la longitud total de líneas de plantación muestreada por zona, se resumen a continuación en la tabla 4. En el conjunto del diseño experimental se muestrea un total de 7,82 km de líneas de plantación. Se observa que no se han recorrido las partes altas de ladera; esto es debido a que en ellas apenas se plantaban frondosas, sino prácticamente solo pinos. Todos los muestreos se llevan a cabo durante la última semana de octubre de 2024.

Tabla 4. Caracterización general de las zonas de muestreo

Zona	Monte	Año de repoblación	Tipo de preparación del terreno	Posición en ladera	Longitud de líneas de plantación muestreada (m)
R1_1	Valdelugeros	1996	Subsolado lineal	Media ladera	336,6
R1_2			Subsolado lineal	Media ladera	265,7
R1_3			Ahoyado	Media ladera	151,0
R1_4			Ahoyado	Parte baja de la ladera	397,9
R1_5			Ahoyado	Vaguada	476,7
R1_6			Ahoyado	Parte baja de la ladera	315,1
R2_1	Llamazares	1997	Ahoyado	Media ladera	702,9
R3_1	Valcuende	2004	Subsolado lineal	Vaguada	381,8
R3_2			Subsolado lineal	Media ladera	763,6
R3_3			Subsolado lineal	Media ladera	1145,4



R3_4			Ahoyado	Parte baja de la ladera	752,4
R4_1	Valdemorisca	2004	Subsolado lineal	Media ladera	1278,1
R4_2			Ahoyado	Parte baja de la ladera	859,5
TOTAL					7826,9

3.3. Revisión de documentación técnica

La información técnica necesaria sobre las repoblaciones en el área de estudio se deriva de la documentación aportada por la Junta de Castilla y León. Concretamente, los datos de densidades de plantación de las distintas especies se obtienen a partir de los correspondientes proyectos de repoblación custodiados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de León. En algún caso, con el mismo origen, también existían datos de las cantidades de cada especie arbórea usadas en la reposición de marras, y se han usado dentro del estudio.

4. Resultados

4.1. Abundancia actual de pies en las masas repobladas

Las repoblaciones analizadas contienen rodales plantados con porcentajes variables de coníferas y frondosas, ubicados en distintas posiciones de ladera y preparados tanto por ahoyado como por subsolado lineal sobre los que se han ubicado las distintas zonas de muestreo indicadas en la tabla 4. Los valores medios de plantación (nº de pies plantados por cada 100 puntos de plantación), existencias actuales (nº de pies vivos por cada 100 puntos de plantación) y tasas de supervivencia (% de pies vivos con respecto al total plantado en cada 100 puntos de plantación) obtenidos para cada una de las zonas muestreadas se resumen en la tabla 5.

Tabla 5. Cuantificación de la densidad de plantación (pies plantados /100 puntos de plantación, incluyendo reposición de marras), las existencias actuales (pies vivos / 100 puntos de plantación) y la supervivencia (%) en cada una de las zonas muestreadas y para cada grupo de especies considerado: ‘P’: pinos, ‘Fr’: frondosas y ‘OC’: otras coníferas.

MONT E	Zona	Prep.	Posici	PLANTACIÓN			EXISTENCIAS			SUPERVIVENCIA		
				[Pies plantados/ 100 puntos de planta ción]	[Pies vivos/ 100 puntos de planta ción]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	
				P	OC	Fr	P	OC	Fr	P	OC	Fr
Valdel uguer os	R1.1	SL	ML	100,00	0,00	0,00	85,06	0,00	0,00	85,06		
	R1.2	SL	ML	0,00	15,50	84,70	0,00	10,00	0,00		64,52	0,00
	R1.3	A	LB	100,00	0,00	0,00	92,59	0,00	0,00	92,59		
	R1.4	A	ML	0,00	15,50	84,70	0,00	11,88	3,47		76,65	4,09
	R1.5	A	V	32,00	15,50	84,70	26,84	8,42	27,37	83,88	54,33	32,31



	R1.6	A	LB	23,00	15,50	84,70	19,17	14,17	18,33	83,33	91,40	21,65
Llamazares	R21	A	ML	71,30	0,00	27,60	70,50	0,00	14,30	98,88		51,81
Valcuenca	R3.1	SL	V	15,53	1,22	90,76	13,54	1,04	35,42	87,19	85,31	39,02
	R3.2	SL	ML	66,85	0,66	99,81	58,13	0,00	11,82	86,96	0,00	11,84
	R3.3	SL	ML	84,65	1,20	14,94	74,70	0,00	7,63	88,24	0,00	51,07
	R3.4	A	LB	29,95	1,25	93,30	26,04	1,04	29,17	86,96	83,25	31,26
Villamorisca	R4.1	SL	ML	87,66	0,03	20,65	85,84	0,00	1,99	97,93	0,00	9,64
	R4.2	A	LB	95,32	0,05	21,31	67,05	0,00	5,78	70,34	0,00	27,13
PROMEDIO *valores promedio de las medias encontradas por zona				54,33	5,11	54,40	47,65	3,58	11,94	87,40	45,55	25,44

Preparación del terreno: SL: subsolado lineal; A: ahoyado. Posición fisiográfica: ML: media ladera; LB: parte baja de la ladera; V: vaguada. Grupos de especies considerados: P: pinos (*Pinus uncinata*, *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra*); OC: otras coníferas (mayoritariamente *Larix decidua*); Fr: frondosas (mayoritariamente *Betula* sp., *Quercus petraea* y *Sorbus* spp.). * El valor de *pies plantados /100 puntos de plantación* incluye la reposición de marras cuando se produjo, por lo que el valor puede ser superior a 100.

Si evaluamos el comportamiento medio de las 13 zonas muestreadas (última fila de la tabla 5) encontramos que, como promedio de esas 13 tasas de plantación (que aúnan plantaciones iniciales y reposiciones de marras) por cada 100 puntos de plantación se plantaron 54,4 pies de frondosas, 55,3 pies de pino y 5,1 pies de otras coníferas (mayoritariamente *Larix decidua*). En torno a 25 años después encontramos como promedio de las distintas zonas, que, por cada 100 puntos de plantación, quedan 11,9 pies vivos de frondosa, 47,7 de pino y 3,6 de otras coníferas, lo que se corresponde con unas tasas de supervivencia medias para los tres grupos de especies, del 25,4 %, 87,4 % y 45,6 % respectivamente. El análisis de varianza de los valores de plantación, existencias y supervivencia indican que las diferencias observadas entre grupos de especies son significativas (p-valor < 0,001).

Los valores medios de plantación, existencias y supervivencia para los distintos grupos de especies en las diferentes zonas de plantación se representan junto con sus intervalos de confianza en la figura 2.

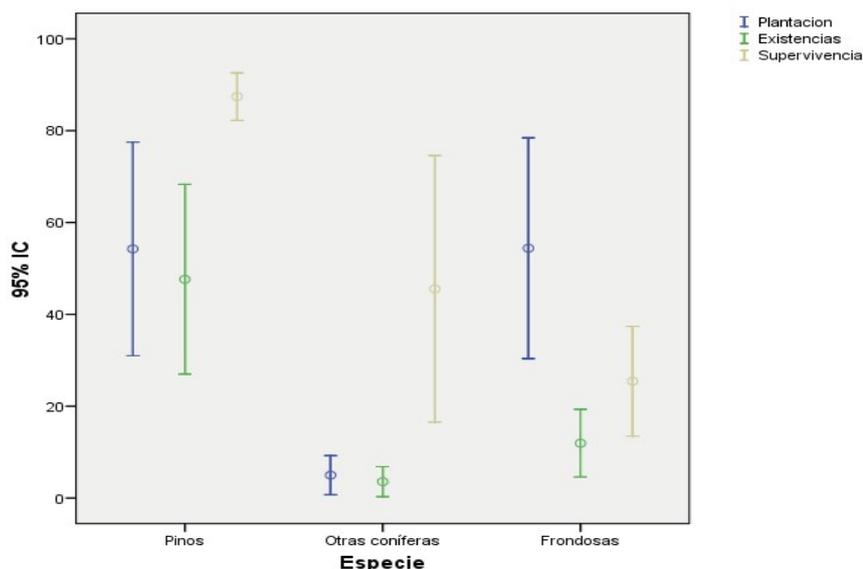


Figura 2. Representación gráfica de los intervalos de confianza al 95 % para los valores medios de Plantación (pies plantados/100 puntos de plantación), Existencias (pies vivos/100 puntos de plantación) y Supervivencia (%) en función del grupo de especies.

El análisis de regresión univariante de los efectos conjuntos de monte, posición en ladera (vaguada, ladera baja y ladera media) y preparación del terreno (ahoyado vs. subsolado lineal) sobre las existencias y la tasa de supervivencia reflejaron que ninguno de estos factores tiene un efecto significativo sobre dichas variables en la muestra estudiada (tablas 6A y 6B).

Tabla 6A y 6B. Resultados del análisis de regresión univariante para A) Existencias (nº de pies vivos / 100 hoyos de plantación) y B) Supervivencia (%), en función del monte de pertenencia, la posición en ladera de la zona de muestreo (vaguada, parte baja de la ladera o parte media de la ladera) y la preparación del terreno (ahoyado o subsolado lineal).

A) Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	1037,3(a)	7	148,2	0,156	0,992
Intersección	10288,9	1	10288,9	10,862	0,002
Monte	814,2	3	271,4	0,287	0,835
Fisiografía	375,9	2	188,0	0,198	0,821
PrepTerreno	405,7	2	202,9	0,214	0,808
Error	29365,4	31	947,3		
Total	47692,2	39			
Total corregida	30402,8	38			

Variable dependiente: Existencias. $R^2 = 0,034$ (R^2 corregida = -0,184). gl: grados de libertad. F: valor del estadístico F de Fisher para la prueba.



B) Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	6709,9(a)	7	958,6	0,681	0,687
Intersección	48346,4	1	48346,4	34,336	0,000
Monte	4577,3	3	1525,8	1,084	0,375
Fisiografía	2790,0	2	1395,0	0,991	0,386
PrepTerreno	693,9	2	347,0	0,246	0,784
Error	33792,6	24	1408,0		
Total	130458,4	32			
Total corregida	40502,6	31			

Variable dependiente: Supervivencia; $R^2 = 0,139$ (R^2 corregida = -0,068). gl: grados de libertad. F: valor del estadístico F de Fisher para la prueba.

4.2. Talla actual de la masa instalada

La categoría de ‘Otras coníferas’ (integrada en su gran mayoría por alerces) es la que presenta una mayor altura media en el conjunto del muestreo con $4,3 \pm 3,1$ m, seguida de los ‘Pinos’ ($3,4 \pm 1,4$ m) y de las ‘Frondosas’ ($1,7 \pm 2,0$ m) (tabla 7). La repoblación de Valdelugueros presenta una altura media significativamente mayor (p -valor < 0,001), que las otras dos repoblaciones de Valcuende y Villamorisca, tal y como corresponde por la menor edad de estas (tabla 7).

Tabla 7. Cuantificación de la talla media (altura \pm desviación típica) para cada grupo de especies considerado y en las repoblaciones de Valdelugueros, Valcuende y Villamorisca.

MONTE	ALTURA MEDIA (m)		
	Pinos	Otras coníferas	Frondosas
Valdelugueros	$5,2 \pm 1,4$	$4,5 \pm 3,0$	$4,4 \pm 2,1$
Valcuende	$3,2 \pm 1,3$	$0,7 \pm 0,25$	$0,9 \pm 0,8$
Villamorisca	$3,0 \pm 1,0$		$0,8 \pm 1,2$
PROMEDIO	$3,4 \pm 1,4$	$4,3 \pm 3,1$	$1,7 \pm 2,0$

A pesar de que el valor medio de una variable puede ser en ocasiones un buen descriptor, en el caso que nos ocupa lo que más nos interesa no es el comportamiento promedio de los pies, que se ve muy influido por las alturas de unos pocos pies que han conseguido instalarse sobre zonas muy adecuadas y alcanzar gran talla; sino saber cuántos de los pies vivos alcanzan una altura suficiente como para poder considerar que se han instalado con éxito. Un umbral adecuado en este sentido es la altura media del matorral circundante, que es el principal competidor de las plantas repobladas en su primera fase de desarrollo y que, en la zona muestreada, estaría en promedio en torno a 1,5 m. Tal y como se resume en la tabla 8, mientras que en los ‘Pinos’ sólo un 5 % de los pies no supera dicha altura, este porcentaje se eleva hasta el 60 % en ‘Frondosas’ y en ‘Otras

coníferas' alcanza casi el 30% (tabla 8).

Tabla 8. Porcentaje de pies con talla superior e inferior a 1,5 m en el conjunto de las repoblaciones de Villamorisca, Valcuende y Valdelugueros

ESPECIES	H ≤ 1,5 m	H > 1,5 m
Pinos	5,1 %	94,9 %
Otras coníferas	29,0 %	71,0 %
Frondosas	60,7 %	39,3 %
TOTAL	15,7 %	84,3 %

Si se realiza este mismo análisis, pero con los diámetros medios normales de los pies de la repoblación de Llamazares, encontramos que, frente a un 6 % de pies que no superan 10 cm en diámetro normal en los 'Pinos', esa cifra se eleva hasta el 80 % en las 'Frondosas', mayoritariamente abedules (*Betula sp.*), que sobreviven dominados, ahilados y en baja densidad bajo el latizal alto de *Pinus sylvestris*. Esta estructura de la masa se aprecia con claridad en la tabla 9 y en los histogramas de la figura 3 para los diámetros normales de ambos grupos (pinos y frondosas).

Tabla 9. Porcentaje de pies con diámetro normal superior a 10 cm en la repoblación de Llamazares

ESPECIES	D ≤ 10 cm	D > 10 cm
Pinos	5,7 %	94,3 %
Frondosas	80,0 %	20,0 %
Total	18,5 %	81,5 %

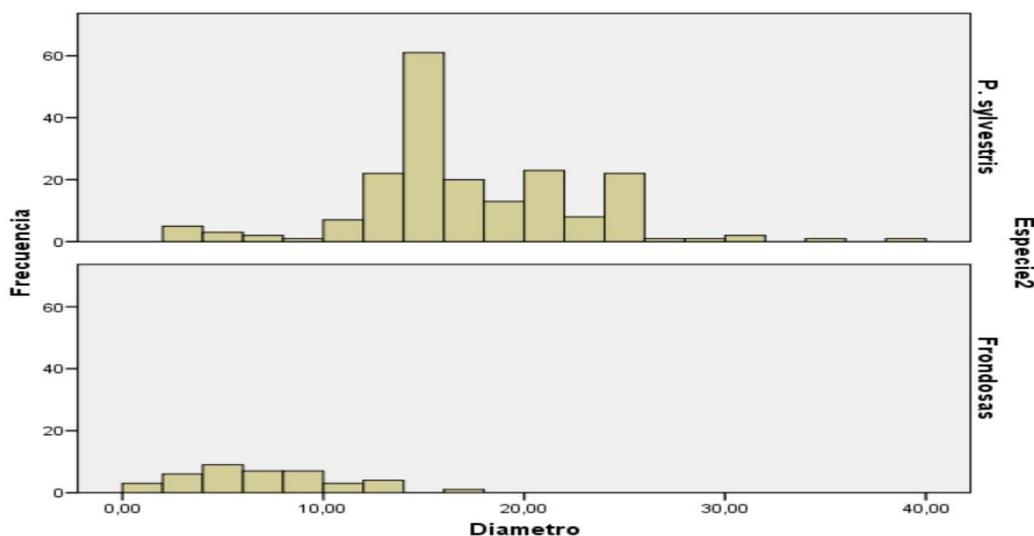


Figura 3. Representación gráfica de los histogramas de frecuencias para el diámetro normal de los pies de 'Pinos' (*Pinus sylvestris*) y 'Frondosas' (*Betula sp.*) en la repoblación de Llamazares.

4.3. Especies supervivientes

Mientras que la supervivencia y el desarrollo de las tres especies de pino (*Pinus uncinata*, *P. sylvestris* y *P. nigra*) empleadas en las repoblaciones muestreadas ha sido adecuado y bastante homogéneo, se observa un éxito mucho menor y más variable entre las especies de frondosas, así como en las otras especies de coníferas introducidas. En la Tabla 10 se aporta la lista de todas las especies que se plantaron, junto con los valores de *Plantación Existencias* y *Supervivencia*, así como la *Altura* alcanzado en promedio por los pies de cada especie. Al igual que en la tabla 5, estos valores se calculan como promedio de lo encontrado en cada una de las trece zonas muestreadas.

Al margen de los pinos, las únicas dos especies que consiguen un porcentaje mínimo de supervivencia del 20 % con una talla media mínima mayor de 1,5 m, son el abedul (*Betula* sp.) y el alerce (*Larix decidua*). Ninguna de las otras especies consigue alcanzar una talla media de 1,5 m y resulta especialmente interesante el comportamiento del *Quercus petraea*, del que se pusieron 13 ejemplares por cada 100 puntos de plantación (la segunda especie de frondosa más plantada) y que, a pesar de conseguir una supervivencia próxima al 30 %, no supera la altura de 1,5 m en el 80 % de los pies. Por el contrario, el alerce, con 5 pies plantados en media por cada 100 puntos de plantación, es la especie que, no siendo pino, ha manifestado un mejor funcionamiento con una supervivencia que ronda el 70 %, aunque con un 30 % de estos pies dominados (altura menor de 1,5 m) y sólo un 50 % por encima de 3,5 (edad > 20 años), es decir que, en definitiva, presenta un 35 % de pies supervivientes y bien desarrollados sobre el total plantado.

Tabla 10. Listado de especies con las que se realizaron las repoblaciones objeto del presente estudio; Plantación, Existencias, y Supervivencia de cada una de ellas en el conjunto de las masas transectadas, así como altura media alcanzada

ESPECIE	Plantación [Pies Plantados/100 puntos plantación]	Existencias [Pies vivos / 100 puntos plantación]	Supervivencia %	Altura m
<i>P. sylvestris</i>	34,71	30,45	87,73	3,2
<i>Pinus nigra</i>				3,1
<i>Betula</i> sp.	24,32	5,72	23,54	3,5
<i>Pinus uncinata</i>	19,62	17,21	87,71	5,2
<i>Quercus petraea</i>	12,96	3,58	27,64	0,8
<i>Sorbus aucuparia</i>	4,89	0,50	10,22	0,9
<i>Larix decidua</i>	4,77	3,42	71,72	4,5
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2,29	0,39	17,18	1,5
<i>Prunus avium</i>	2,21	0,26	11,64	1,3
<i>Sorbus aria</i>	1,68	0,62	37,16	1,0
<i>Sorbus torminalis</i>	1,58	0,54	34,39	0,7
<i>Sorbus domestica</i>	1,47	0,00	0,00	0,4
<i>Tilia cordata</i>	1,20	0,03	2,58	0,5
<i>Corylus avellana</i>	1,02	0,21	20,87	0,5
<i>Ilex aquifolium</i>	0,56	0,08	14,34	0,9

<i>Acer campestre</i>	0,23	0,03	11,81	0,2
<i>Taxus baccata</i>	0,24	0,11	45,46	0,7
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	0,10	0,05	51,34	0,7

5. Discusión

En la Montaña Oriental Leonesa se han realizado, en las últimas tres décadas, repoblaciones forestales sobre unas 15.000 hectáreas (cifra sujeta a los límites adoptados para esta comarca), casi siempre sobre matorral pirófito. Previamente se había ejecutado una superficie del mismo orden de magnitud. En conjunto, lo que ha llegado hasta nuestros días entre lo plantado son básicamente pinares, sobre todo de las especies *Pinus sylvestris*, *P. uncinata* y *P. nigra*, aunque también algo de *P. pinaster*. Además, en mucha menor proporción, otras coníferas, al menos *Picea abies*, *Larix decidua* y *Pseudotsuga menziesii*, y algunas frondosas, fundamentalmente *Betula* spp., aunque también hay representaciones más o menos testimoniales de *Fagus sylvatica*, *Sorbus* spp. y *Quercus* spp. La figura 2 y las tablas 5 y 10 resumen bien el resultado de las plantaciones realizadas con mezcla de especies en la Montaña Oriental Leonesa:

* Éxito prácticamente total en los rodales repoblados con pino. La tasa de supervivencia en casi todos los casos supera el 80 %. En realidad, en las repoblaciones de más de 15 años este éxito es fácilmente apreciable a escala de paisaje, percibido desde el terreno o a través de ortofotografías u otro medio de representación. La talla alcanzada por los pinos, aunque con cierta variabilidad en función de las condiciones de estación, es relativamente homogénea, lo que da una imagen compacta y regular de estos rodales.

* Fracaso generalizado de los rodales plantados solo con frondosas, aunque con algunas excepciones: tasas de supervivencia que, con carácter general, varían entre el 10 y algo menos del 40 %. A pesar de haber reservado las mejores zonas para ellas, por posición topográfica (vaguadas y partes bajas de laderas) y por suelo (cuya profundidad y textura resultaban aparentes tras los trabajos de preparación del terreno), los resultados han sido decepcionantes, con escasa supervivencia y buena parte de los individuos que persisten con una talla tan exigua que no han cumplido el papel para el que se plantaron, de colaborar decisivamente en la instalación de un bosque. A modo de consolación, la presencia de pies dispersos al menos da una cierta variedad en repoblaciones dominadas por pinos y es una posible fuente de semilla futura que ayudará a largo plazo a propagar la regeneración anticipada de frondosas bajo los pinares (siempre que las poblaciones de ciervo se logren controlar).

* Resultado muy heterogéneo de las repoblaciones con otras coníferas que no son pinos: tasa de supervivencia que varía entre el 10 y más del 60 % y gran dispersión en las tallas alcanzadas. En la zona de muestreo la principal especie en este grupo fue *Larix decidua*, pero de forma cualitativa los gestores de la zona tienen la impresión de que estos comentarios son de validez también para las otras coníferas más empleadas en la montaña leonesa: *Pseudotsuga menziesii* y *Picea*



abies, pues también contrastan individuos de estas especies que crecen vigorosamente en altura, superando los pinos próximos y coetáneos, con otros en los que ocurre lo contrario.

* En los rodales mixtos entre los tres grupos de especies descritos, con mezcla pie a pie, los resultados derivan directamente de lo expuesto para cada uno de ellos: pinos en su mayoría instalados, fracaso de las frondosas y gran variedad en cuanto a otras coníferas. En cuanto a las relaciones de competencia entre estos grupos de especies, los pinos en general han impuesto su dominio, que se manifiesta sobre todo en su interacción con las frondosas: esto se observa de forma muy nítida en Llamazares, repoblación de 27 años de edad donde los pinos silvestres se han desarrollado especialmente bien y alcanzan una altura dominante de 13 m de altura, y donde la mayoría de las frondosas o han sucumbido o (los abedules) han quedado sumergidas bajo los pinos, ahiladas y con escasas opciones de supervivencia, salvo unos pocos abedules que han logrado alcanzar el dosel superior e incluso algún pie que destaca en él. Cuando en un rodal se mezclan pie a pie pinos con otras coníferas, el resultado es que, de forma invariable, los pinos han tenido un gran porcentaje de arraigo y una altura relativamente homogénea, mientras que las otras especies presentan gran variedad en cuanto a supervivencia y talla, incluso para un mismo taxón y dentro de un rodal de apariencia geoclimática homogénea; las relaciones de competencia interespecífica son función de la talla alcanzada y de la tolerancia de las especies, que ordenadas de menor a mayor sería *Larix decidua*, *Pinus* spp., *Pseudotsuga menziesii* y *Picea abies* (es decir, esta última la más tolerante). La interacción entre otras coníferas distintas a los pinos y las frondosas, que no se ha manifestado de forma intensa en los transectos efectuados, se regiría por los factores previamente descritos, es decir, por su talla y tolerancia.

Las causas del fracaso de las frondosas pueden ser muy variadas y requeriría posteriores estudios donde se amplíe la muestra y los datos analizados. Se deben descartar problemas de la planta en origen, transporte o aviveramiento en el monte, ya que, además de que los viveros de procedencia fueron diversos, en todos los casos se encontraba en buen estado en el momento de su plantación: tal y como pudo constatar uno de los coautores, toda la planta estaba viva y con buen aspecto inicialmente, ya que en otro caso no se hubiesen certificado los trabajos; además, posteriormente las frondosas brotaron en su inmensa mayoría, algo que se comprobó porque se hacía un seguimiento por si había que reponer. La procedencia de la semilla de las plántulas empleadas era de los montes cantábricos leoneses, por lo que este factor tampoco debería ser relevante, así que se debe asumir que los motivos de la situación actuaron *a posteriori*.

El fracaso podría venir motivado por una incorrecta elección de especie en cuanto a clima o suelo. Respecto al clima, las frondosas plantadas son todas características de los bosques cantábricos y, en concreto, las más utilizadas (*Betula pubescens*, *Quercus petraea*, *Sorbus aucuparia* y *S. aria*) están ampliamente difundidas en la zona, vegetando bien en las proximidades cuando no, de forma puntual, en el interior de los rodales repoblados. Por lo tanto, dado que en este sentido se apostó sobre seguro (salvo con alguna especie minoritaria, menos

difundida), no parece el que factor climático pueda haber sido la causa. Tampoco un cambio climático brusco, que no parece haber afectado ni a los jóvenes pinos, ni a otras coníferas, ni al regenerado espontáneo de frondosas.

En cuanto al suelo, se reservaron para las frondosas dentro de los rodales de plantación aquellos con mayor profundidad edáfica, algo que se podía constatar de forma fehaciente gracias a los trabajos previos de preparación del terreno con buldócer y con la apertura de pistas, que dejan expuesto todo el perfil del suelo. Por otra parte, respecto a las posiciones topográficas elegidas, cuando no se efectuaron mezclas pie a pie se escogieron para las frondosas ubicaciones de vaguada o de parte baja de ladera, evitando las zonas altas y de loma; en las mezclas pie a pie también se aplicó un gradiente en el que la proporción de frondosas se aumentaba hacia las zonas bajas. Como consecuencia, aparentemente las estaciones escogidas eran adecuadas para las frondosas plantadas, pero sin embargo algo provocó que, aunque en general arraigaron, con el tiempo sucumbieron en gran porcentaje, y una parte ha sobrevivido enanizada.

Otra posible causa del fracaso de las frondosas podría ser el efecto de los fitófagos, que en general ramonean con preferencia sobre ellas y mucho menos sobre los pinos. Como se ha expuesto se han seleccionado zonas en las que durante los primeros años de la plantación las poblaciones de ciervo estaban escasas o ausentes, aunque en la actualidad han aumentado y ahora sí podrían suponer un problema para las pocas frondosas supervivientes, sobre todo por escodado. Aunque el corzo está presente en toda la zona, su acción es mucho más selectiva y, si bien justifica algunas bajas, no parece que sea la causa de un porcentaje importante de ellas. No hay más especies de grandes herbívoros silvestres y el ganado ha tenido una afección despreciable: en general, los brezales son poco recorridos por el ganado, y en concreto la repoblación forestal de las cuatro plantaciones estudiadas fue solicitada por cada una de sus entidades propietarias precisamente porque en esos terrenos el ganado no pacía y apenas transitaba.

Una explicación plausible para el fracaso generalizado de las frondosas es la biología de los suelos repetidamente quemados en los que no hay árboles durante siglos y los ciclos de recurrencia de incendio son cortos. Es conocido el papel de los hongos, y muy particularmente de los micorrícicos, en el arraigo y vitalidad de los árboles, pero existe una miríada de pequeños organismos edáficos (virus, arqueas, bacterias, nematodos y otros animales diminutos) cuyas funciones ecológicas apenas están definidas todavía. Ni la distribución ni siquiera la taxonomía de la microbiota edáfica es bien conocida, pero sí se sabe que cambia profundamente entre las zonas boscosas y las desarboladas. Un indicio de que esta puede ser la causa es que en muchos casos las repoblaciones fracasadas se han realizado al lado de bosques de frondosas de las mismas especies, casi siempre con perfecta continuidad de ladera en cuanto a sustrato geológico, y habitualmente también en cuanto a orientación y posición fisiográfica. En todo caso, esta es solo una hipótesis de trabajo, que exigiría su contraste mediante estudios más extensos y que además deberían incluir análisis edáficos, genéticos y otros.

En cualquier caso, por motivos cuyo análisis requerirá profundizar en esta línea



de investigación, en las masas muestreadas las frondosas manifiestan un crecimiento temprano muy reducido (mucho menor que el de los pinos), lo que parece ocasionar que las plántulas supervivientes queden totalmente dominadas por el matorral que recoloniza con enorme vigor el espacio tras ser eliminado mediante los desbroces que preceden a la plantación. Las plántulas arraigadas parecen ser incapaces de crecer acorde a la calidad de estación en los siguientes años, y especialmente una vez que el matorral pirófito alcanza tallas que superan en muchos casos 1,5 metros de altura y espesuras del 100 % a su alrededor.

6. Conclusiones

En las repoblaciones efectuadas en la comarca de la Montaña Oriental Leonesa, que se extienden por unas tres decenas de miles de hectáreas previamente ocupadas por matorrales pirófitos (brezales fundamentalmente), se constata un patrón generalizado: la inmensa mayoría de las efectuadas con un pino adecuado a la estación (*Pinus sylvestris*, *P. uncinata* y *P. nigra*) han sido exitosas; a los 20 años los árboles superan con claridad a los arbustos heliófilos y van generando condiciones de un subpiso umbrío, así como un importante cambio de dinámica siempre que la densidad de plantación fuera suficientemente elevada (al menos 1500 pies/ha). Como contraste, con carácter general, las frondosas repobladas, que son de las especies caducifolias típicas de los bosques de la zona, no han conseguido el objetivo de instalar árboles con un porcentaje y tamaño suficientes como para cambiar la dinámica previa de dominio de los brezales y lograr constituir un bosque; hay algunas excepciones sobre todo con abedules que, en relación al resto de las frondosas, presentan mayor crecimiento en altura y derivado de él una superior tasa de instalación, es decir, de individuos viables y que emergen sobre el matorral. Respecto a otras coníferas de géneros distintos a *Pinus* que se han plantado en esta comarca los resultados han sido muy heterogéneos, con menor tasa de supervivencia que los pinos y gran dispersión en cuanto a tallas alcanzadas.

7. Agradecimientos

A Óscar Luis Díez de la Varga, Pablo Méndez Martínez y Juan Luis Aldea Dorado, agentes medioambientales de la provincia de León, por su ayuda en los muestreos de campo.

A Esmeralda González González, técnica del SIGMENA de León, que colaboró con el procesado de las capas en formato shp. de las repoblaciones.

En general a la Junta de Castilla y León, que puso a nuestra disposición la información sobre las repoblaciones efectuadas en esta comunidad, y en concreto a David Villada Rojo, Jefe de Servicio de Promoción Forestal en la Dirección General del Patrimonio Natural y Política Forestal de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio de la Junta de Castilla y León.

8. Bibliografía



- ARMENTERAS, D.; GONZÁLEZ; T.M., VERGARA; L.K., LUQUE, F.J.; RODRÍGUEZ, N.; BONILLA, M.A.; 2016. Revisión del concepto de ecosistema como «unidad de la naturaleza» 80 años después de su formulación. *Ecosistemas* 25, 83-89.
<https://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-1.12>
- MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO, 2025. *Mapa Forestal de España de máxima actualidad*. Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación.
- OFICINA ESPAÑOLA DE CAMBIO CLIMÁTICO; 2024.
<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/registro-huella/organizaciones-proyectos/buscador-de-proyectos-de-absorcion.html> [WWW Document]. Proy. absorcion Dióxido Carbono. Regist. Huella Carbono, Compens. y Proy. Absorción Dióxido Carbono la Of. Española Cambio Climático.
- PEMÁN GARCÍA, J.; IRIARTE GOÑI, I.; LARIO LEZA, F.J.; 2017. La restauración forestal de España: 75 años de una ilusión. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE, J.; 1990. Mapa Forestal de España 1:200.000. Memoria General.