

NUEVAS PERSPECTIVAS DEL *PINO PINÁSTER* EN ESPAÑA





Edición: 1ª, julio 2019

Tirada: 100 ejemplares

© Fundación HAZI Fundazioa

Edita: Fundación Hazi Fundazioa
Granja Modelo s/n
01192 Arkaute (Araba)
www.hazi.eus

Imprime: Roberto Elburgo

INDICE

1.- BREVE INTRODUCCIÓN A ESTE TRABAJO.....	5
2.- EL PINO PINASTER A LA LUZ DE LAS ESTADÍSTICAS FORESTALES	7
3.- EL PINO PINASTER EN EL NORTE	25
4.- RETOS PARA LA SELVICULTURA DEL PINO PINASTER EN GALICIA	37
5.- EL PINO NEGRAL EN CASTILLA Y LEÓN: UNA PANORÁMICA	55
6.- EL PINO NEGRAL: PASADO, PRESENTE Y PREPARACIÓN DEL FUTURO DE UN PINO MEDITERRÁNEO.....	95
7.- EL PINO NEGRAL O BRAVO, PINASTRE O PINA (PINUS PINASTER): UN ÁRBOL CON VALORES ECOLÓGICOS EXCEPCIONALES	187
8.- MEJORA GENÉTICA FORESTAL EN AQUITANIA.....	195
9.- EL MONTE ENSEÑA, SÓLO HAY QUE FIJARSE.....	199

1.- BREVE INTRODUCCIÓN A ESTE TRABAJO

Tras crearse el año anterior el Grupo operativo supra-autonómico 'Sistemas de gestión forestal en bosques productores de madera de calidad (SiGCa)', financiado por FEADER y MAPAMA, en 2018 se ha aprobado el proyecto de innovación SIGCA-PIMA de ese mismo Grupo operativo, centrado en *Pinus pinaster* y que se prolonga entre enero de 2019 y diciembre de 2020. Los socios del proyecto son: Agresta S.Coop. (Jefe de Fila), Fundación Cesefor, Föra Forest Technologies, Fundación Cetemas, Fundación Madera Plus calidad, el aserradero gallego Exfopino S.L. y HAZI Fundazioa. El objetivo del proyecto, centrado en las masas españolas de pino marítimo, es la mejora del balance entre la oferta y demanda de determinados productos de madera de alta demanda, así como regenerar la relación entre gestores e industriales. La web del proyecto es <https://www.sigcamaderadecalidad.info/>.

La especie *Pinus pinaster* es conocida con varias denominaciones: pino marítimo, pino de Las Landas, pino gallego o piñeiro bravo en el Norte (subespecie *atlantica*) y pino resinero, negral o rodeno en el interior (subespecie *mesogeensis* o *hamiltonii*). Se trata del pino más extendido por la geografía peninsular, ya que se encuentra más o menos presente en todas las provincias y no hay otra especie de coníferas que le supere en extensión total, en existencias maderables o en crecimiento total. También se trata de una especie con gran nivel de aprovechamiento en el medio rural, ya que proporciona multitud de productos de interés: resina, piñas, madera, leña, pinocha... hasta los tocones se aprovechaban en las antiguas pegueras para producir pez.

Sin embargo, a pesar de su importancia ecológica y económica, se trata de una especie muy denostada. La expresión « pinos y eucaliptos » suele hacer referencia a esta especie todo-terreno, la más utilizada a lo largo del siglo XX en las plantaciones forestales de montes públicos y privados.

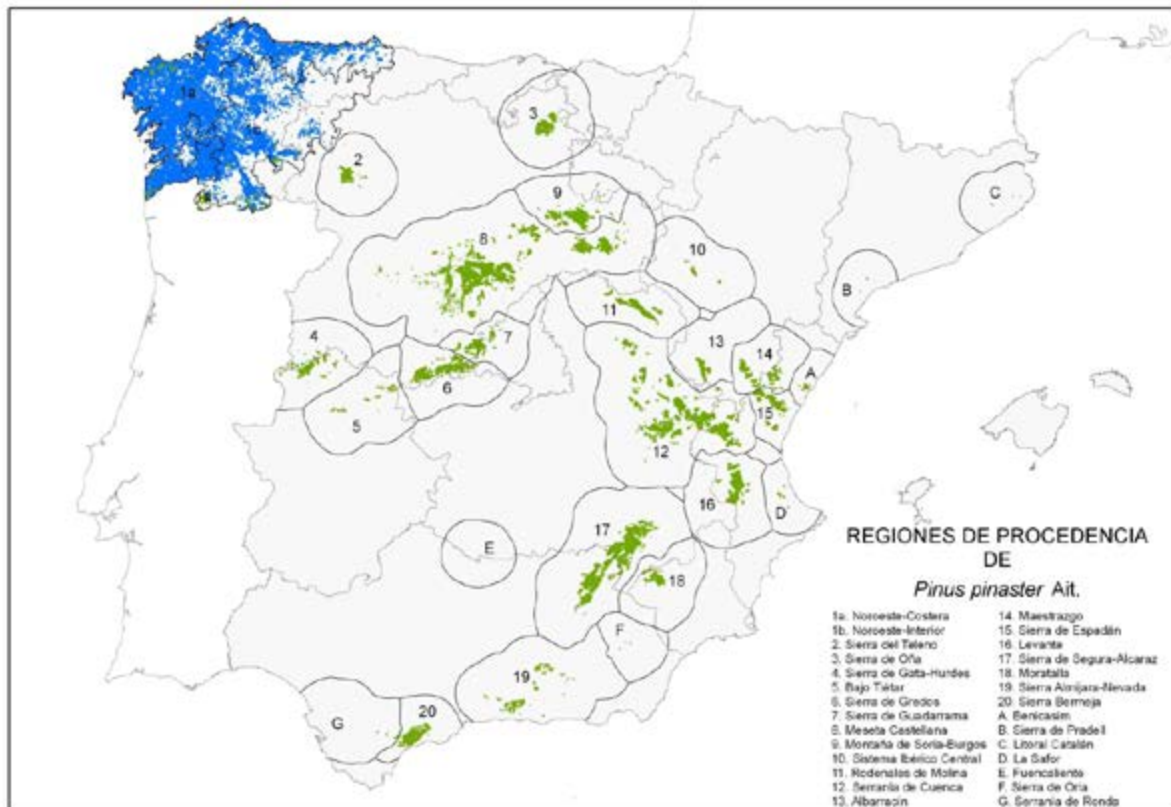
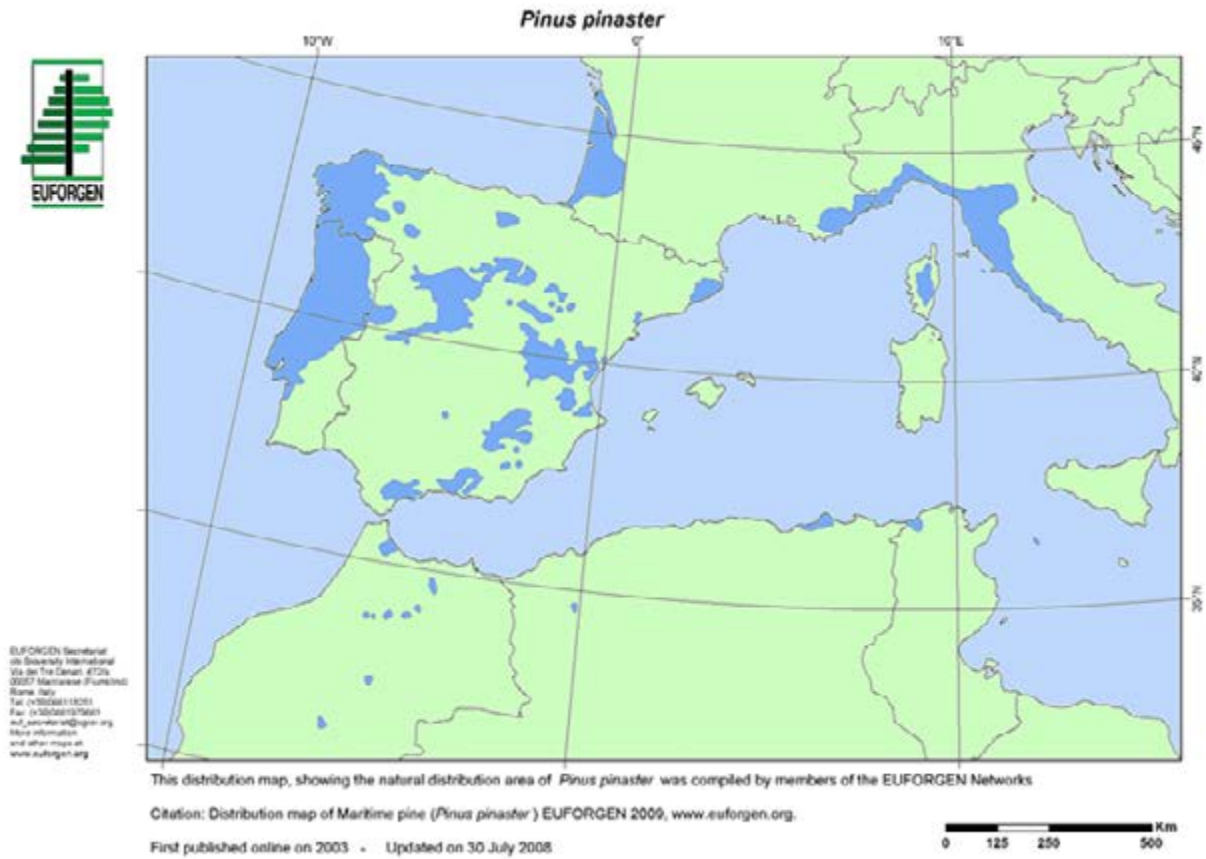
No se ha encontrado una publicación en castellano centrada en este pino tan valioso. Existen publicados algunos manuales de silvicultura, en el *Compendio de Silvicultura Aplicada en España* (INIA, 2008) se dedican dos capítulos a su tratamiento selvícola y el Instituto Europeo de Bosque Cultivado o *Institut Européen de la Forêt Cultivée*, IEBC o IEFc (<http://www.iefc.net/>) fue recopilando materiales a principios del siglo XXI para acometer una monografía hispano-francesa-portuguesa, pero no se conoce de otras nuevas publicaciones que recojan la importancia de esta especie.

Por ello, teniendo en cuenta la existencia de un gran número de forestales españoles, principalmente Ingenieros de Montes, que vienen trabajando e innovando con esta especie, se ha decidido acometer esta novedosa obra en el marco del citado proyecto de innovación SIGCA-PIMA. Su fin es recopilar sus experiencias en el manejo del pino pináster, sus principales problemas y sus logros. No cabe duda de que los socios del proyecto SIGCA-PIMA aprovecharemos el caudal de información que aquí se presenta.

Muchas gracias/moitaz grazas/eskerrik asko a todos los autores por su esfuerzo y por su paciencia a lo largo de este verano.

Alejandro Cantero Amiano
Ingeniero de Montes

En Arkaute, a 31 de julio de 2019



2.- EL PINO PINASTER A LA LUZ DE LAS ESTADÍSTICAS FORESTALES

Alejandro Cantero Amiano
HAZI Fundazioa

El Inventario Forestal Nacional es una de las herramientas más importantes de las que dispone el sector forestal de un país para cuantificar y localizar los distintos tipos de masas forestales. Incluye información sobre régimen de propiedad y protección, naturaleza, estado legal, probable evolución y capacidad productora de todo tipo de bienes de los montes de un país en un momento concreto. Se trata de una operación estadística y periódica que sigue una metodología más o menos coordinada entre varios países para así poder realizar comparaciones y tablas agregadas.

Seguidamente se va a realizar un compendio de los distintos ciclos ya realizados del IFN español, responsabilidad del Ministerio de Agricultura:

- Primer inventario forestal nacional (IFN1) 1966-1975
- Segundo inventario forestal nacional (IFN2) 1986-1996
- Tercer inventario forestal nacional (IFN3) 1997-2007
- Cuarto inventario forestal nacional (IFN4), comenzado en Navarra en 2008 y se encuentra actualmente en realización, al igual que el nuevo inventario forestal nacional del Norte (IFNN)

El mapa forestal (MFE) y el IFN son la base para otras fuentes de información forestal, como los Anuarios de estadística forestal, editados también por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) o las Estadísticas de incendios o de daños forestales.

Seguidamente se proporcionan los datos proporcionados por el Ministerio en verano de 2019 correspondientes a los tres ciclos completos del IFN (IFN1, IFN2 e IFN3), así como los del IFN4 para las provincias en las que ya se ha publicado. El IFEPPN (Inventario Forestal de Especies Productivas del Norte Peninsular), también llamado IFNN (Inventario Forestal del Norte), está recién terminado en campo y en gabinete, pero aún no se ha podido publicar.

1.- Superficies

El trabajo de campo del IFN se basa en el Mapa Forestal Español (MFE) con el fin de obtener cifras de superficies y de localizar las parcelas de muestreo. Al haber una gran extensión de masas forestales mixtas, con presencia de diversas especies arboladas, se han seguido estos criterios para deslindar las cifras globales de *Pinus pinaster*:

- Por formaciones: en los bosques con FCC $\geq 10\%$ se considera que esa especie es dominante cuando su porcentaje de ocupación es $\geq 70\%$ o cuando ninguna de las acompañantes alcanza el 30% de ocupación.
- Por especie principal: cuando *Pinus pinaster* aparece como especie principal (SP1), independientemente de la ocupación que tenga, y con el dato de la formación a la que pertenece. También se han contabilizado las teselas no arboladas que son superficies residuales o superficies quemadas, aunque se trata de superficies muy escasas.

Existen dos niveles de detalle: MFE50 para referirse al Mapa Forestal Español entre los años 1997 a 2006 a escala 1/50.000 y MFE25 para referirse al Mapa Forestal Español a escala 1/25.000, más completo y reciente, ya que es la cartografía base del IFN4.





Pino pinaster en región atlántica: pinares gallegos



Pino pinaster en región mediterránea: ejemplos de regeneración natural en el Tiétar y plantados mediante terrazas en Montes de Toledo

Las discrepancias entre las distintas fuentes cartográficas en relación a la especie *Pinus pinaster* son de cierta importancia, como consecuencia del paso del tiempo y de la variedad de sus tipos de masas forestales:

Formaciones con P. pinaster como especie principal (SP1) según MFE50	Sup. (ha)
Arbolado disperso de coníferas	21.859
Arbolado disperso coníferas y frondosas	3.806
Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Alpina	128
Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Atlántica	1.981
Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea	98.845
Mezclas de coníferas con frondosas, autóctonas con alóctonas	1.170
Mezclas de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica atlántica	37.415
Mezclas de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica mediterránea	92.562
Otras especies de producción en mezclas	89.359
Pinares de pino pinaster en región atlántica (Pinus pinaster ssp. atlántica)	295.467
Pinares de pino pinaster en región mediterránea (P.pinaster ssp. mesogeensis)	836.439
Sin formación arbolada	2.160
Total	1.481.191

Formaciones con P.pinaster como especie principal (SP1) según MFE25	Sup. (ha)
Arbolado disperso de coníferas	7.022
Arbolado disperso coníferas y frondosas	826
Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Alpina	131
Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Atlántica	3.058
Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea	99.560
Mezcla de coníferas con frondosas, autóctonas con alóctonas	1.031
Mezcla de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica Atlántica	41.029
Mezcla de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica mediterránea	91.710
Otras especies de producción en mezcla	83.845
Pinares de pino pinaster en región atlántica	242.062
Pinares de pino pinaster en región mediterránea	816.943
No arbolado	1.290
Total	1.388.536

Comunidad Autónoma	Pinar de P.pinaster en región mediterránea	Pinares de P.pinaster en región atlántica	Sup. (ha)
Andalucía	118.493		164.365
Aragón	32.457		41.541
Cantabria		250	266
Castilla La Mancha	191.925		238.867
Castilla y León	297.869	187	359.051
Cataluña	9.023		17.572
Comunidad de Madrid	11.029		13.417
Com. Foral de Navarra	14		14
Comunidad Valenciana	13.460		19.943
Extremadura	87.088		95.276
Galicia	48.249	217.461	394.201
La Rioja	1.132		1.947
País Vasco	375	5.481	6.816
Principado de Asturias		18.682	26.151
Región de Murcia	5.830		9.110
Total	816.943	242.062	1.388.536

Provincia/Territorio	Pinar de P.pinaster en región mediterránea	Pinares de P.pinaster en región atlántica	Sup. (ha)
A Coruña		78.759	129.097
Álava	375	213	768
Albacete	35.183		47.144
Alicante	151		265
Almería	8.085		10.038
Asturias		18.682	26.151
Ávila	51.477		56.350
Badajoz	13.034		14.463
Barcelona	558		1.076
Burgos	23.535		36.852
Cáceres	74.055		80.814
Cádiz	1.737		2.064
Cantabria		250	266
Castellón	5.649		8.129
Ciudad Real	43.804		48.439
Córdoba	11.714		15.178
Cuenca	48.568		66.607
Girona	7.830		15.308
Granada	26.544		36.209
Guadalajara	42.688		51.040
Guipúzcoa		1.408	1.604
Huelva	6.349		9.033
Huesca	22		105
Jaén	33.118		51.562
La Rioja	1.132		1.947
León	19.274	187	26.282
Lleida	278		535
Lugo	14.223	26.645	66.473
Madrid	11.029		13.417
Málaga	30.816		40.020
Murcia	5.830		9.110
Navarra	14		14
Ourense	34.027	49.169	103.919
Palencia	2.371		3.573
Pontevedra		62.889	94.712
Salamanca	24.149		27.481
Segovia	91.565		97.648
Sevilla	130		260
Soria	48.349		64.507
Tarragona	356		653
Teruel	19.891		25.230
Toledo	21.683		25.638
Valencia	7.660		11.548
Valladolid	16.549		20.987
Vizcaya		3.860	4.444
Zamora	20.600		25.370
Zaragoza	12.544		16.206
Total	816.943	242.062	1.388.536

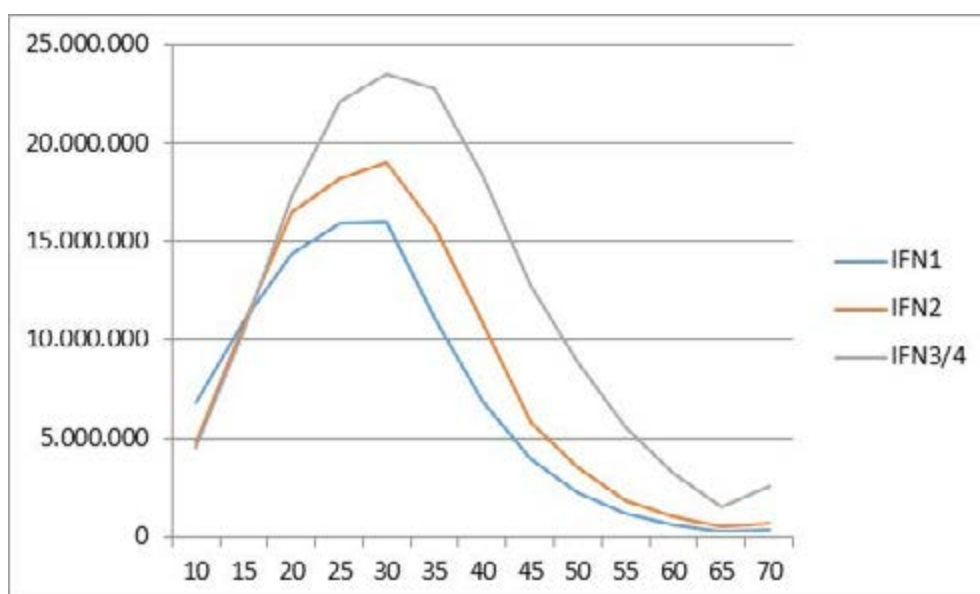
2.- Existencias maderables

La tendencia creciente en el volumen maderable del *Pinus pinaster* viene siendo manifiesta hasta la fecha:

Evolución de las existencias maderables totales (m³) según IFN					
CCAA	Provincia	IFN1	IFN2	IFN3	IFN4 (2018)
Andalucía	Almería	7.863	205.190	497.096	497.096
	Cádiz	44.733	77.366	138.687	138.687
	Córdoba	46.152	682.067	1.303.528	1.303.528
	Granada	679.151	1.409.628	2.582.833	2.582.833
	Huelva	151.922	514.018	412.916	412.916
	Jaén	2.104.571	3.205.122	4.773.715	4.773.715
	Málaga	657.501	766.724	1.769.030	1.769.030
	Sevilla		37.550		
Aragón	Teruel	1.596.763	2.071.520	2.745.976	2.745.976
	Zaragoza	258.488	615.226	1.194.684	1.194.684
Prn. Asturias	Asturias	3.340.676	4.601.322	2.340.631	3.167.160
Cantabria	Cantabria	14.584	152.435		
Castilla y León	Ávila	6.219.410	4.661.030	6.582.383	6.582.383
	Burgos	2.635.565	3.136.793	4.734.845	4.734.845
	León	751.307	1.608.173	2.478.618	2.478.618
	Palencia	56.049	381.224	511.126	511.126
	Salamanca	222.286	1.548.518	2.277.106	2.277.106
	Segovia	7.266.082	7.003.338	9.266.304	9.266.304
	Soria	5.898.716	5.797.680	8.911.179	8.911.179
	Valladolid	1.590.915	1.577.751	1.982.759	1.982.759
	Zamora	67.981	1.515.578		2.267.909
Castilla-La Mancha	Albacete	1.703.375	2.482.705	3.512.990	3.512.990
	Ciudad Real	166.391	2.383.688	4.869.522	4.869.522
	Cuenca	4.840.836	5.081.467	5.738.154	5.738.154
	Guadalajara	2.721.682	3.297.115	4.564.536	4.564.536
	Toledo	82.037	1.082.618	2.746.776	2.746.776
Cataluña	Barcelona		188.955		2.079.799
	Girona	391.155	908.797	1.432.882	
	Lleida		7.997		
	Tarragona		12.704	67.077	
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	444.481	556.810	680.644	680.644
	Valencia/València	985.634	385.589	564.226	564.226
Extremadura	Badajoz	118.793	834.310	1.345.793	8.631.289
	Cáceres	958.933	3.287.936	5.652.972	
Galicia	Coruña, A	17.812.555	19.720.616	16.654.096	19.877.653
	Lugo	6.260.899	9.553.854	10.402.402	10.561.277
	Ourense	7.645.447	7.489.390	11.012.041	13.117.963
	Pontevedra	11.292.174	8.682.058	11.082.502	14.749.781
Com.Madrid	Madrid	830.312	1.109.632	1.721.553	1.995.484
Reg.Murcia	Murcia	183.025	281.583	457.454	612.218
País Vasco	Araba/Álava		53.549	75.081	1.460.754
	Gipuzkoa	130.067	60.499		
	Bizkaia	714.774	774.125	747.692	
Rioja, La	Rioja, La		37.167	127.808	266.115

Evolución de las existencias maderables totales (m³) según IFN				
Comunidad Autónoma	IFN1	IFN2	IFN3	IFN4 (2018)
Andalucía	3.691.893	6.897.665	11.477.804	11.477.804
Aragón	1.855.251	2.686.746	3.940.660	3.940.660
Asturias, Principado de	3.340.676	4.601.322	2.340.631	3.167.160
Cantabria	14.584	152.435		
Castilla y León	24.708.311	27.230.085	36.744.320	39.012.229
Castilla-La Mancha	9.514.321	14.327.593	21.431.979	21.431.979
Cataluña	391.155	1.118.453	1.499.959	2.079.799
Comunitat Valenciana	1.430.115	942.399	1.244.870	1.244.870
Extremadura	1.077.726	4.122.246	6.998.765	8.631.289
Galicia	43.011.075	45.445.918	49.151.041	58.306.673
Madrid, Comunidad de	830.312	1.109.632	1.721.553	1.995.484
Murcia, Región de	183.025	281.583	457.454	612.218
País Vasco	844.841	888.173	822.773	1.460.754
Rioja, La		37.167	127.808	266.115
Total	90.893.285	109.841.417	137.959.617	153.627.034

Existencias maderables de los IFN (m³) según Clases Diamétricas (cm)			
CD	IFN1	IFN2	IFN3/4
10	6.797.923	4.791.000	4.559.816
15	10.961.896	10.832.000	10.438.645
20	14.413.702	16.465.000	17.316.468
25	15.921.743	18.186.000	22.089.095
30	15.977.100	18.986.000	23.499.028
35	11.140.298	15.769.000	22.756.923
40	6.924.088	10.888.000	18.390.702
45	3.929.603	5.841.000	12.717.989
50	2.218.825	3.539.000	8.895.129
55	1.237.398	1.864.000	5.598.543
60	663.715	1.013.000	3.203.058
65	297.711	545.000	1.540.458
70	409.253	739.000	2.621.179
Total	90.893.285	109.841.417	153.627.034



Hay que reseñar también que existe una serie de parámetros forestales que aparecen desglosados en IFN antiguos pero ya no se publican en las nuevas cifras. Es el caso de:

- Pinares resinados/no resinados: En la publicación final del IFN1 aparece la cifra total de existencias de 58.008.553 m³ en pinares no resinados (con un máximo de 14.416.522 m³ en la CD 25) frente a 15.124.883 m³ en pinares resinados (con un máximo de 3.525.491 m³ en la CD 30). La mitad de las existencias de las CD 45 y superiores procedían de pies resinados, alcanzando el 74% en la CD 70. También aparecían reflejados 17.759.819 m³ en lo que entonces se consideraban pies menores (CD 10 y 15).
- Pinares atlánticos/mediterráneos: En la publicación final del IFN2 aparece la cifra total de 58.370.000 m³ en pinares mediterráneos frente a 51.088.000 m³ en pinares atlánticos. Se trataba de volúmenes casi equivalentes, pero hay que tener en cuenta que en IFN2 la superficie de pinares mediterráneos casi triplicaba a los atlánticos.

3.- Crecimientos maderables

Las cifras globales de crecimiento maderable de *Pinus pinaster* han sido variables:

Evolución de los crecimientos maderables totales (m³/año) según IFN				
IFN	IFN1	IFN2	IFN3	IFN4 (2018)
Total	9.362.501	6.253.829	7.869.180	8.185.880

El envejecimiento del conjunto de estos pinares, debido a su escasa regeneración natural y artificial, ya ha quedado patente en la distribución diamétrica de las existencias, pero aún queda más acentuado en el crecimiento.

En IFN1, lo que entonces se consideraban pies menores (CD 10 y 15) concentraba más de la mitad del crecimiento total, pasando a ser sólo el 27% del crecimiento total en IFN2 y siguiendo descendiendo en las décadas posteriores.

En cuanto a distribución geográfica, en IFN2 quedaba patente el mayor crecimiento total de los pinares atlánticos, ya que superaban en un 44% el crecimiento anual en volumen de los pinares mediterráneos, aunque la superficie de esos pinares mediterráneos triplicaba a los atlánticos.

4.- Anuarios de estadística forestal

Como ya se ha comentado, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) se encarga de su publicación y la base de estos Anuarios es el IFN, al que se unen otras fuentes de información forestal suministradas principalmente por las Comunidades Autónomas.

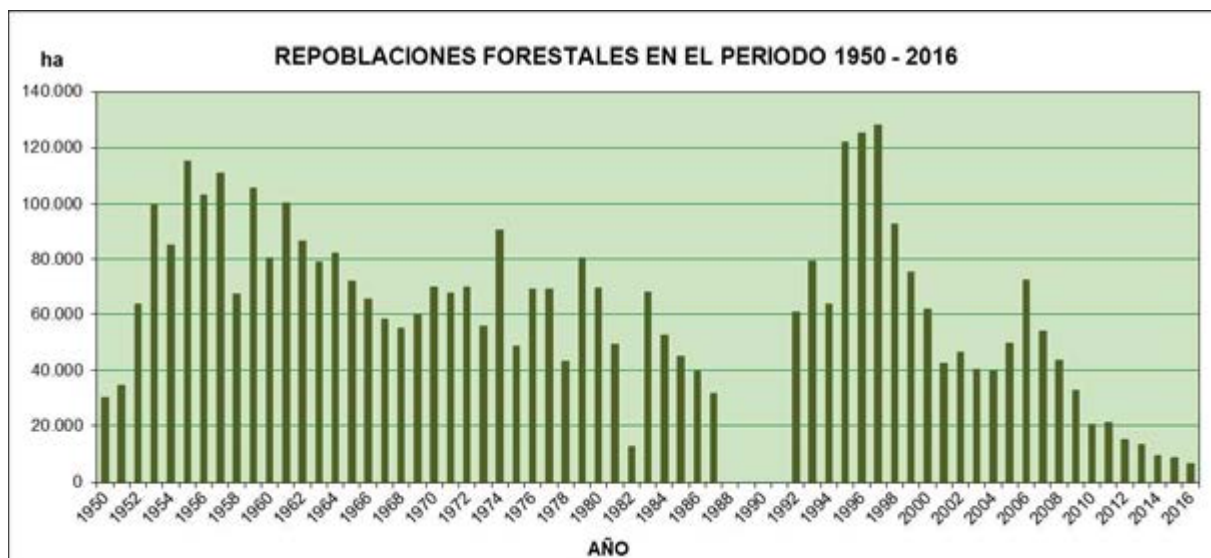
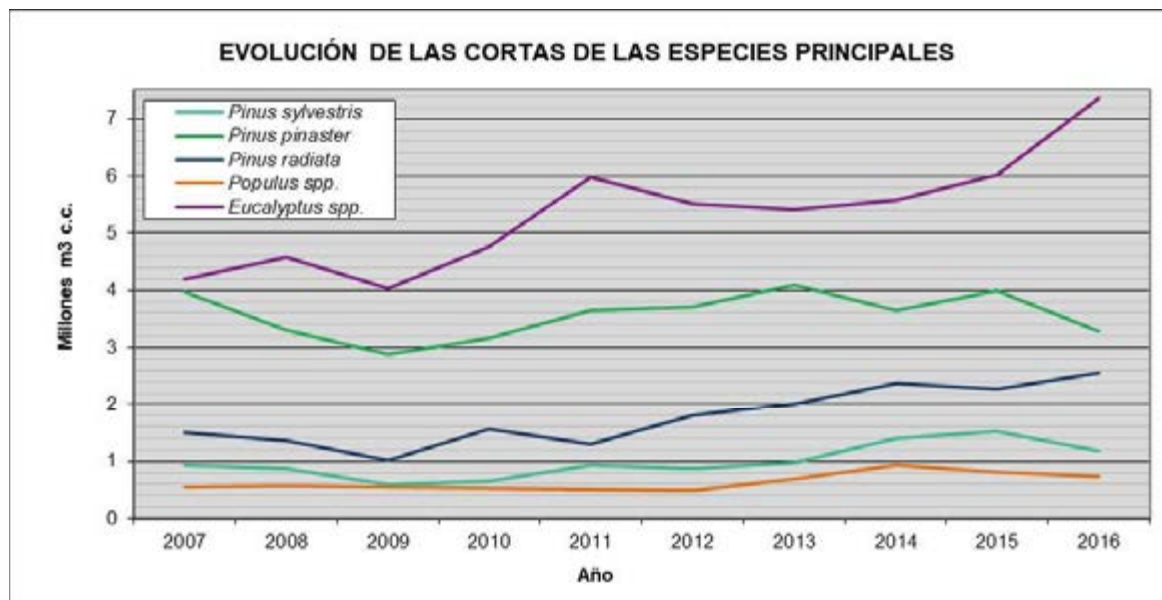
Del último Anuario publicado de forma definitiva en 2016 y del adelanto del Anuario de Estadística Forestal 2017¹ se puede deducir la importancia de la especie *Pinus pinaster* en el conjunto español.

¹ Disponible en https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/estadisticas/forestal_anuarios_todos.aspx

- La especie *Pinus pinaster* ha sido, desde que se empezaron los IFN, la que mayores existencias totales concentraba en España. Sin embargo, en el Anuario de 2016 fue superada por primera vez por *Pinus sylvestris*: 153 frente a 152 millones de m³. Es de suponer que la publicación del nuevo IFN4 vuelva a suponer la recuperación de la primacía de esta especie.
- Es manifiesto el descenso histórico en la superficie de repoblación forestal, incluida la de repoblaciones productivas y en concreto de *Pinus pinaster*.
- Obviamente, la especie *Pinus pinaster* no tiene rival en el apartado de Producción de resina, donde en 2017 se ha alcanzado un máximo de 13.000 toneladas, con un crecimiento sostenido desde el mínimo absoluto de 2009 (1.400 toneladas). Esa producción se concentra en montes públicos de Castilla y León, con 10.000 toneladas anuales.
- Dentro del total de Cortas totales de coníferas y frondosas en 2017 (17.680.025 m³), el pino pináster ha sido la segunda especie dentro las coníferas tras *Pinus radiata* (3,6 frente a 3,4 millones de m³). En los años anteriores, la primacía de *Pinus pinaster* era indiscutible: 3,6 millones de m³ en 2014, 4 millones de m³ en 2015 y 3,28 millones de m³ en 2016. En el conjunto de montes privados, sólo las cortas de *Eucalyptus* superan a las de *Pinus pinaster* y en montes públicos, sólo las cortas totales de *Pinus sylvestris* le superan.

Por Comunidades Autónomas, es patente el dominio de Galicia en cuanto a volumen de cortas de *Pinus pinaster*, que triplica a Castilla y León y ambas dejan muy lejos a Extremadura y Asturias.

CCAA	Provincia	Volumen de cortas 2016 (m ³)
Aragón	Teruel	3.249
	Zaragoza	33.198
Asturias	Asturias	110.809
C. Valenciana	Castellón	192
	Valencia	455
Castilla y León	Ávila	88.744
	Burgos	41.874
	León	107.084
	Palencia	6.950
	Salamanca	106.304
	Segovia	119.201
	Soria	160.194
	Valladolid	20.928
	Zamora	66.554
Castilla-La Mancha	Albacete	14.542
	Ciudad Real	5.600
	Cuenca	42.226
	Guadalajara	685
	Toledo	4.349
Cataluña	Barcelona	6.448
	Gerona	64.637
Extremadura	Badajoz	20.877
	Cáceres	91.220
Galicia	La Coruña	629.732
	Lugo	730.239
	Orense	338.111
	Pontevedra	439.656
La Rioja	La Rioja	137
País Vasco	Guipuzcoa	5.914
	Vizcaya	22.872
Total		3.282.982

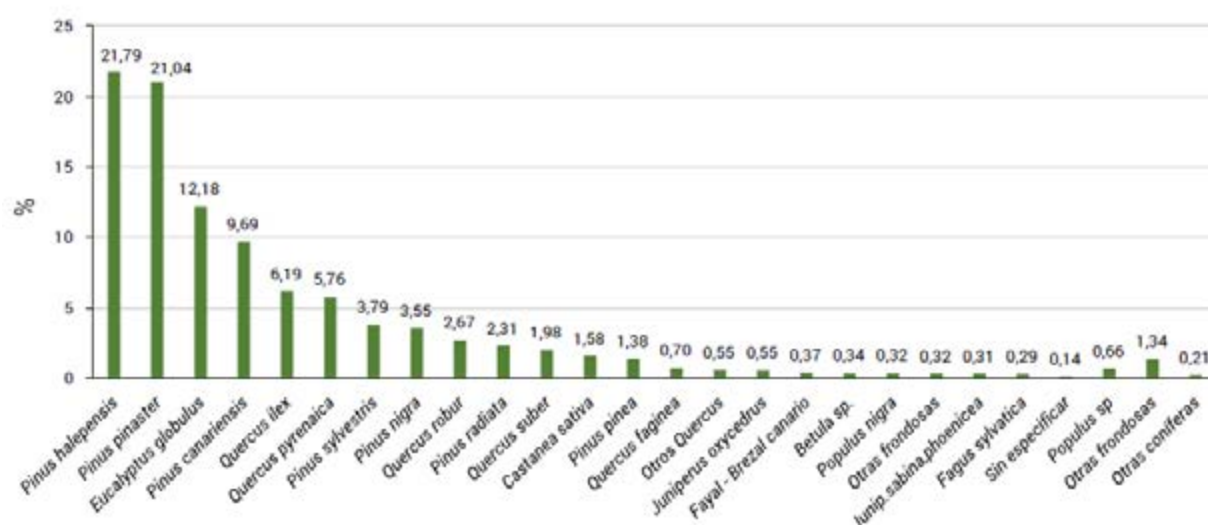


5.- Estadísticas de incendios forestales

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) también se encarga de recopilar las estadísticas de los incendios forestales, con la ayuda de las Comunidades Autónomas.

En esas estadísticas queda de manifiesto la importancia superficial de los incendios en masas de pino pináster. En la reciente publicación del MAPA “Los Incendios Forestales en España. Decenio 2006-2015” (2019), la especie *Pinus pinaster* aparece como la segunda en cuanto a Superficie arbolada afectada por especies, con 67.373 ha, un 21,04% de las 320.277 quemadas este decenio. Por muy poco le supera *Pinus halepensis*, con un 21,79%. Lo explica muy bien en este párrafo:

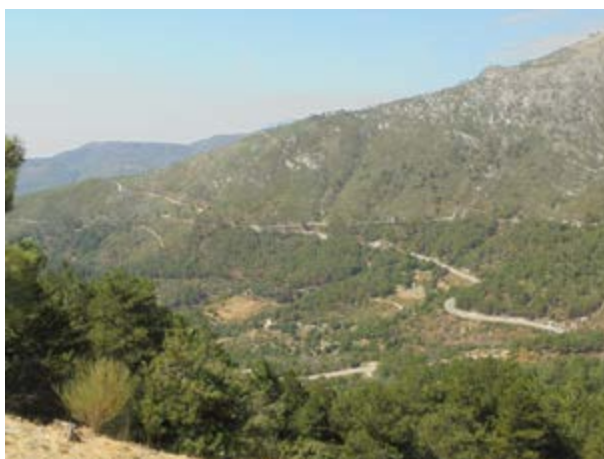
Las formaciones de Pinus pinaster suman sólo un 5% en los bosques mediterráneos (conformados por la subespecie mesogeensis o mediterranea), pero también buena parte de las repoblaciones productoras del Noroeste peninsular, especialmente en Galicia (subespecie atlantica o maritima), territorio muy recorrido por incendios donde fue la especie más afectada en el decenio, con más de 40.845 ha. También lo ha sido en Castilla y León donde está presente en repoblaciones, pero especialmente en formaciones naturales como en la Sierra del Teleno; esta zona sufrió un gran incendio en 2012 que afectó a 10.096 ha de la especie, cuya procedencia presenta la adaptación al fuego más singular de la Península Ibérica.



Analizando a más largo plazo, en la publicación del INIA “Incendios forestales en la España peninsular (1974-2010). Análisis temporal y espacial” (Vázquez de la Cueva, 2016), la especie *Pinus pinaster* aparece como la más afectada a lo largo del periodo 1975-2010 en cuanto a incendios registrados (32% de los 195.324 casos registrados) y a superficie arbolada quemada (31% de los 2,18 millones de ha quemadas). Dobra en número de incendios a la siguiente especie, los eucaliptos, y también supera a *Pinus halepensis*, con un 24% de la superficie quemada total.

Las cifras totales afectando a *Pinus pinaster* en esos 36 años ascendieron a nada menos que 76.500 incendios y 700.000 ha quemadas, de las cuales más de la mitad se ubicaban en Galicia (381.000 ha), seguida de Extremadura (87.000 ha), Castilla y León (81.000 ha), Andalucía (70.000 ha) y Asturias (44.000 ha).





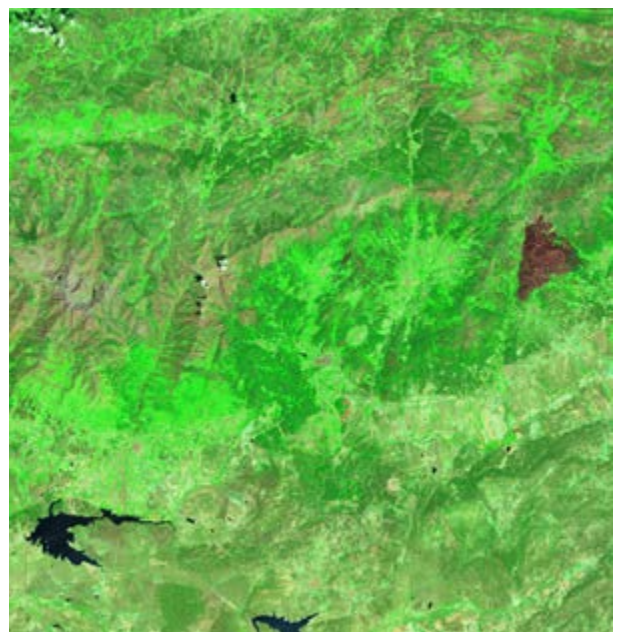
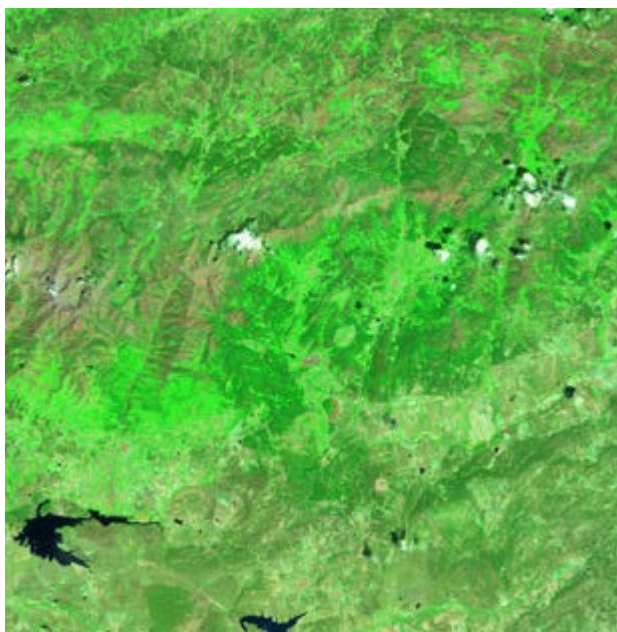
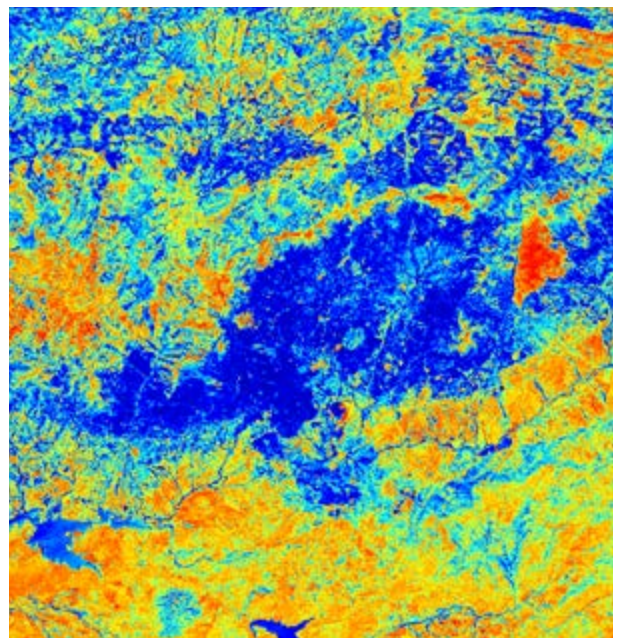
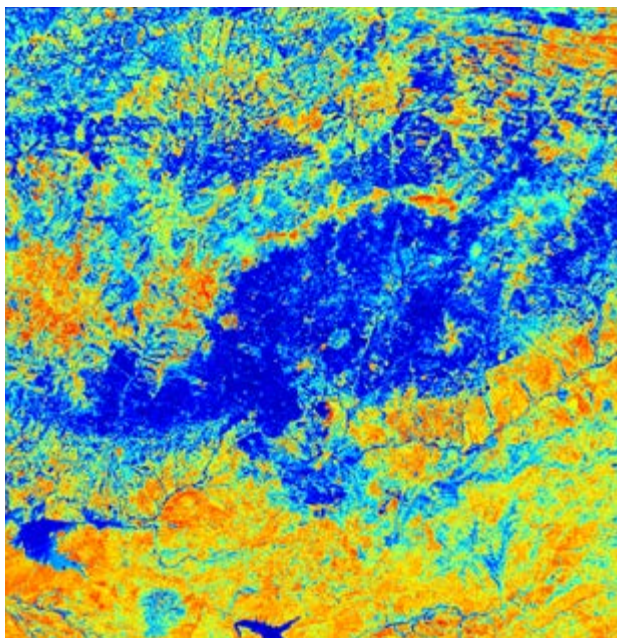
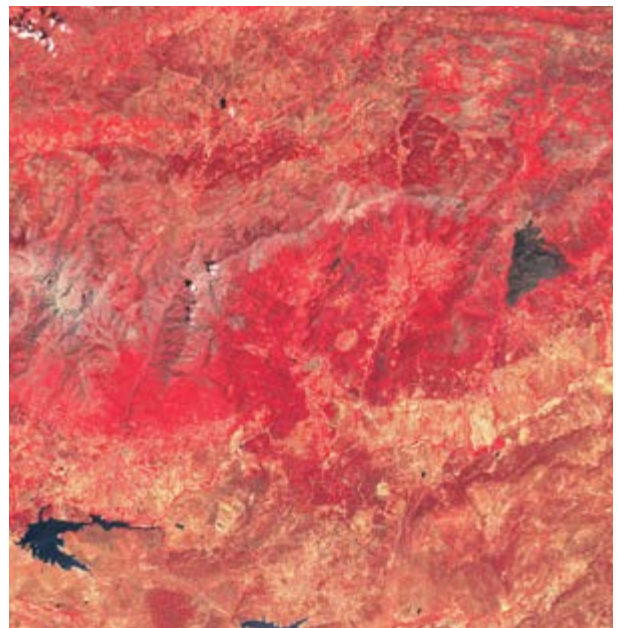
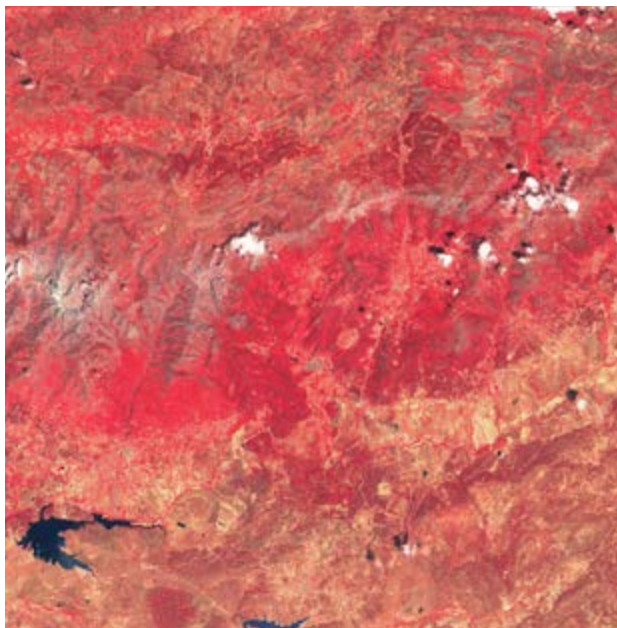
Ejemplo de gran incendio forestal (GIF): el registrado en Arenas de San Pedro en julio 2009, que se extendió durante varios días por otros 5 municipios de Ávila y dejó un saldo de dos víctimas mortales y 4.200 ha quemadas.

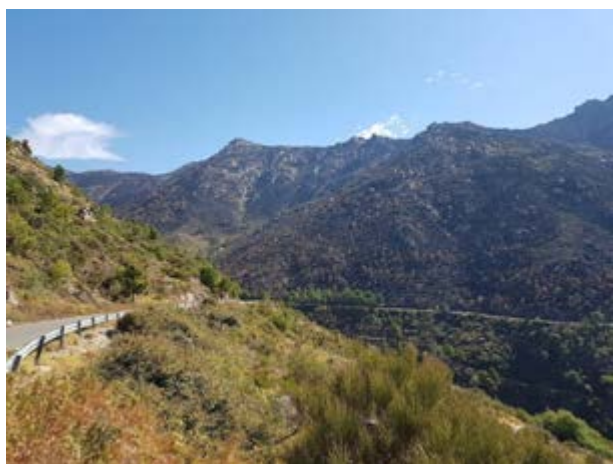
Como ejemplo gráfico de la influencia de los incendios recurrentes, se puede citar el caso de la comarca abulense del valle del Tiétar, en la que los referidos incendios veraniegos están suponiendo en las últimas décadas un descenso paulatino de las existencias maderables y de la superficie ocupada por pinares de regeneración natural de *Pinus pinaster*².

Imágenes RGB, falso color, contenido de humedad y NBR del reciente incendio de Pedro Bernardo, Ávila (1-julio-2019), registrado en una zona ya quemada en 1986 y en 2000. En la columna izquierda aparecen las imágenes inmediatamente anteriores al incendio y en la columna derecha las imágenes posteriores.



2 YAGÜE, S.; 1999. Comparación y análisis de los resultados del primer y segundo inventarios forestales nacionales en la provincia de Ávila. En: Invest. Agrar. Sistemas y recursos forestales. Num.extr 1. INIA. Madrid





6.- Estadísticas de daños forestales: red europea de nivel I

También es responsabilidad del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) el seguimiento anual de las 620 parcelas en España de la Red Europea de Daños en los Bosques, Nivel I³. Se trata de una red de seguimiento a gran escala del estado de salud y vitalidad de los bosques, dispuestos en una cuadrícula de 16 x 16 km. Fue constituida en 1986 de un modo sistemático y en ella se lleva a cabo con periodicidad anual el análisis del estado de salud del arbolado y de los principales factores que actúan negativamente sobre el mismo mediante la evaluación de parámetros rutinarios como la pérdida de follaje del arbolado (defoliación), la determinación de agentes causantes de daños en los árboles, el nivel de fructificación, etc.

En el último informe publicado de inventario de daños forestales (IDF) correspondiente al muestreo de 2018, queda patente el buen estado general de las parcelas de *Pinus pinaster*, ya que dentro de las 11 formaciones mejor representadas en la Red (con más de 20 parcelas muestreadas cada una), los *Pinares de pino pinaster en región mediterránea* (*Pinus pinaster* spp. *hamiltonii*) son la formación con menor defoliación media, el 18%, frente al máximo de 31,6% de defoliación media de la formación *Pinares de pino salgareño* (*Pinus nigra*).

A nivel de especie, *Pinus pinaster* y *Fagus sylvatica* son las que presentan mejor aspecto en general de todas las parcelas muestreadas, con un 85% de sus árboles con defoliación de nivel 0 (No defoliado) o 1 (Ligeramente defoliado). Estas buenas cifras para el pino pinaster se mantienen desde el primer informe publicado en 2014.

En esas mismas parcelas de *Pinus pinaster*, la principal causa de árboles muertos en 2018 es la sequía (36,4% de los pinos muertos) y la acción del hielo o la nieve (27%).

Sin embargo, a esa buena salud en general de estos pinares hay que citar las amenazas a las que se enfrentan, principalmente el decaimiento o la *seca* en los pinares de llanura castellanos, el nematodo del pino (NMP), a través de la frontera portuguesa transportado por coleópteros del género *Monochamus* (familia *Cerambycidae*) o por camiones de madera, y los ataques periódicos de insectos como la procesionaria del pino en las acículas, *Rhyacionia duplana* en las yemas o *Dioryctria sylvestrella* en el tronco.



Daños por procesionaria en Galicia

3 https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/inventario-cartografia/redes-europeas-seguimiento-bosques/red_nivel_I_danos.aspx



Daños por nematodo en el norte de Portugal



Aprovechamiento de pinares dañados por nematodo en el norte de Portugal



Pino afectado por *Dioryctria* (Durango, Bizkaia)



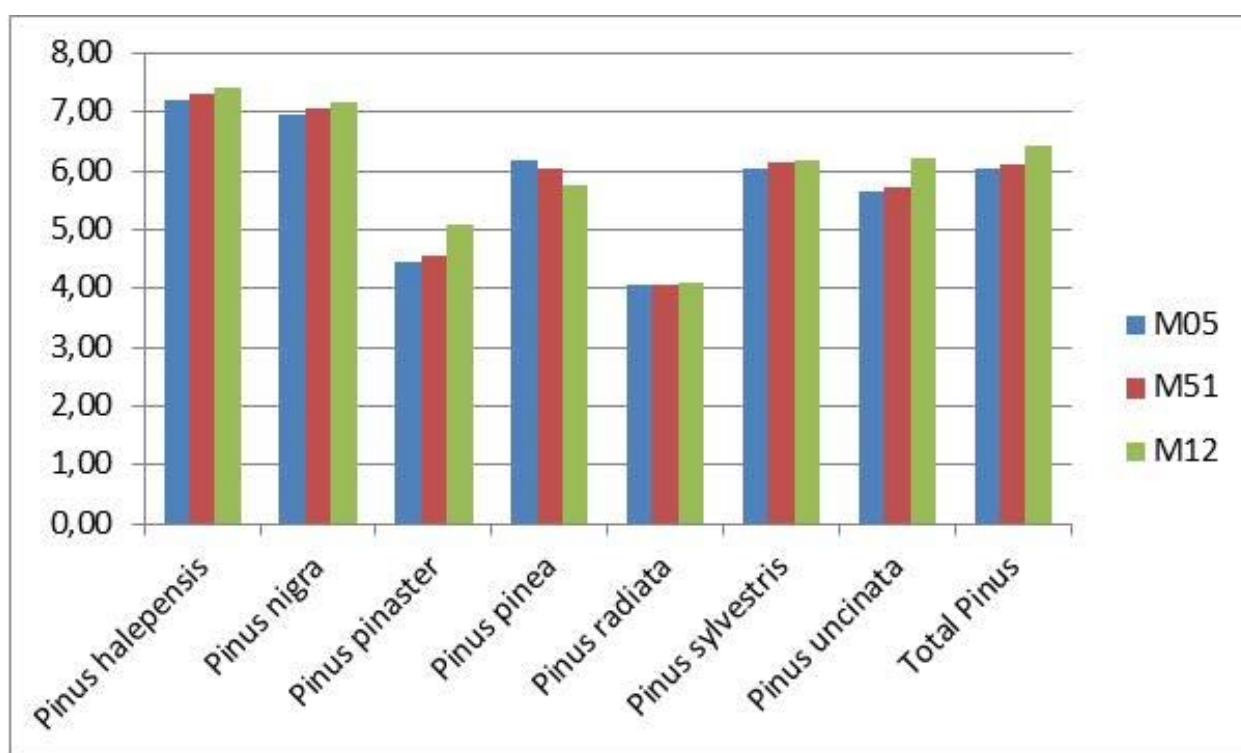
Trampa para escolítidos en El Arenal (Ávila)

También hay que citar el informe-resumen sobre los resultados conjuntos de la citada red europea de seguimiento de daños de nivel I en el periodo 1987- 19964, que recoge los análisis de suelo de 464 parcelas arboladas por toda España. Esos análisis de suelo de las parcelas arboladas permiten comprobar las grandes diferencias existentes entre el conjunto de parcelas de *Pinus pinaster* frente al resto de pinos, ya que en general es una especie asociada a suelos más ácidos y algo menos arenosos que en el caso de pinares más mediterráneos:

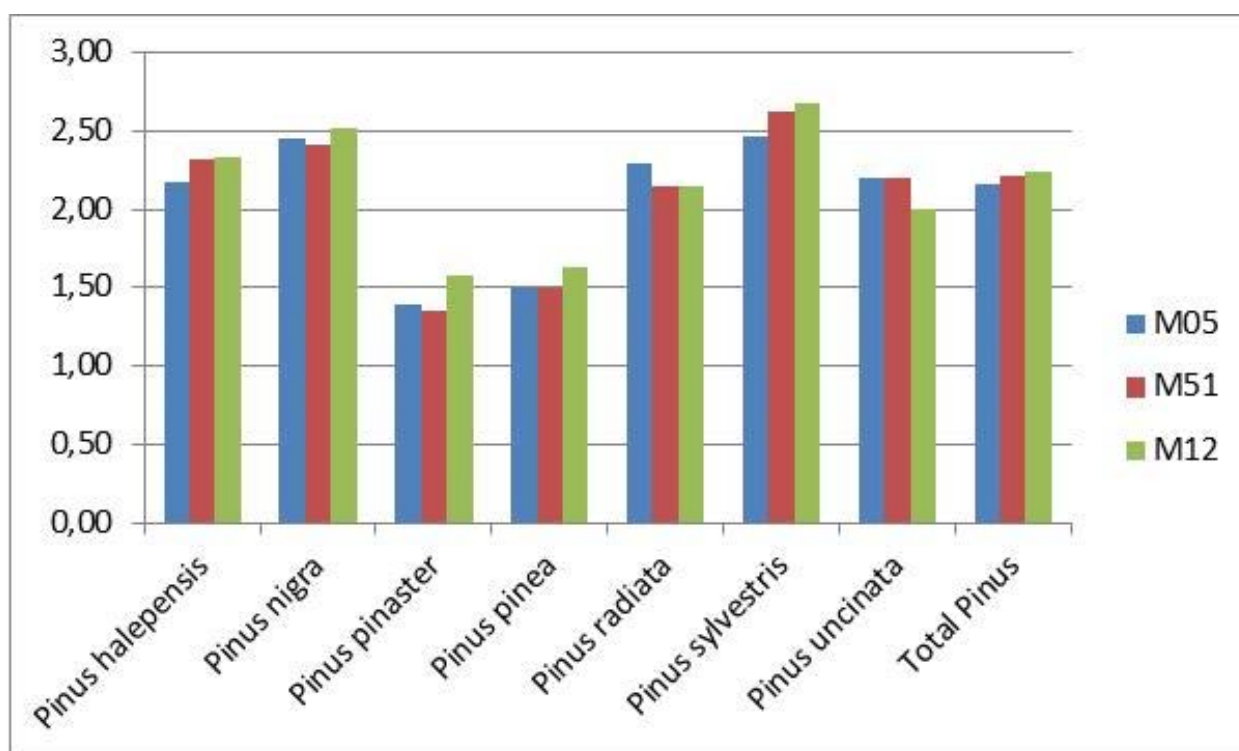
4 Montoya, R. y M. López Arias. 1997. La red europea de seguimiento de daños en los bosques (Nivel 1). España 1987- 1996. Publicaciones del Organismo Autónomo de Parques Nacionales. M.M.A., Madrid.

Como parámetros más significativos, se muestran sólo los resultados medios obtenidos en cada horizonte referentes a acidez de cada horizonte (pH) y a clase textural, la cual varía entre clase 1 (textura gruesa, <18% de arcilla y >65% de arena), 2 (media), 3 (textura media-fina, <35% de arcilla y <15% de arena), 4 (fina) y 5 (textura muy fina, >60% de arcilla).

pH medio de las muestras analizadas				
Especie	M05 (0-5 cm)	M51 (5-10 cm)	M12 (10-20 cm)	Total
<i>Pinus halepensis</i>	7,22	7,30	7,43	7,35
<i>Pinus nigra</i>	6,97	7,05	7,18	7,08
<i>Pinus pinaster</i>	4,44	4,57	5,09	4,76
<i>Pinus pinea</i>	6,18	6,05	5,75	5,90
<i>Pinus radiata</i>	4,07	4,06	4,09	4,07
<i>Pinus sylvestris</i>	6,03	6,14	6,20	6,12
<i>Pinus uncinata</i>	5,64	5,72	6,23	5,81
Total Pinus	6,05	6,13	6,43	6,23



Clase textural media (entre 1=textura gruesa y 5=textura muy fina)				
Especie	M05 (0-5 cm)	M51 (5-10 cm)	M12 (10-20 cm)	Total
<i>Pinus halepensis</i>	2,18	2,32	2,33	2,29
<i>Pinus nigra</i>	2,45	2,41	2,51	2,46
<i>Pinus pinaster</i>	1,39	1,36	1,58	1,46
<i>Pinus pinea</i>	1,50	1,50	1,64	1,58
<i>Pinus radiata</i>	2,29	2,14	2,14	2,19
<i>Pinus sylvestris</i>	2,47	2,62	2,67	2,59
<i>Pinus uncinata</i>	2,20	2,20	2,00	2,15
Total Pinus	2,16	2,22	2,24	2,21



7.- Comparación con otros IFN

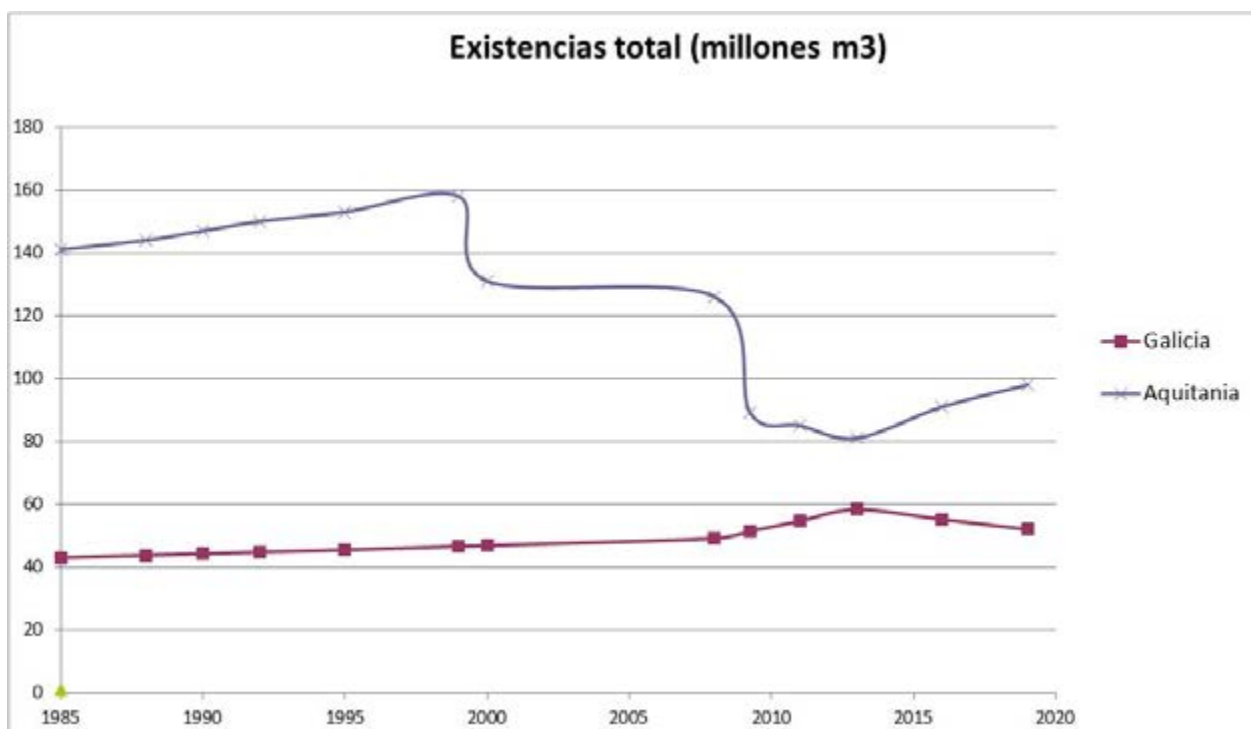
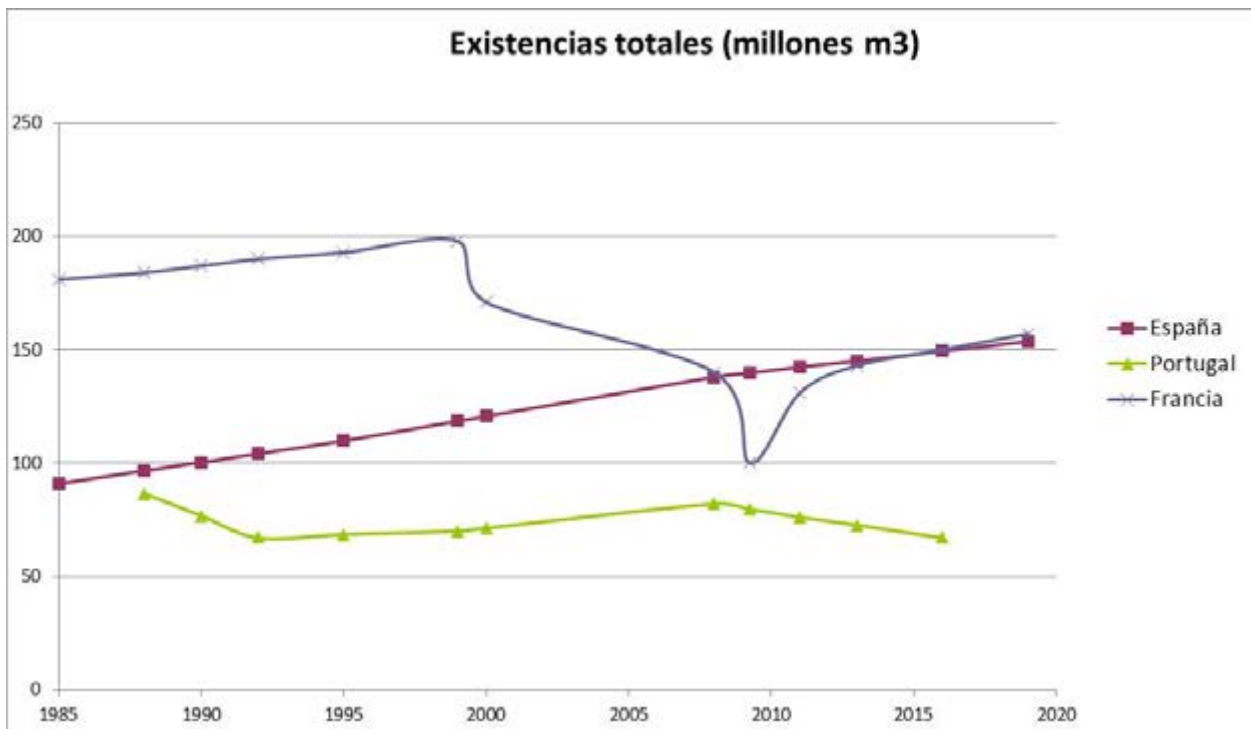
La adopción de una metodología más o menos común en los IFN europeos facilita su comparación y, en este caso, la estimación de grandes cifras referentes a la especie *Pinus pinaster*. Y resulta mejor hablar de estimación porque se trata de comparar pinares de muy variada tipología, con un grado muy variable de densidad arbórea y de mezcla, pie a pie en bosquetes, con otras especies.

Curiosamente, la superficie total ocupada por la especie ronda el millón de hectáreas en los tres principales países donde se ubica, Portugal, España y Francia, aunque la dinámica es muy distinta. En Portugal se encuentra en un claro descenso como consecuencia de diversos agentes de daños bióticos y abióticos, que desaniman a los propietarios a reforestar con este pino. En España el descenso es más paulatino, ya que aunque las amenazas son las mismas que en Portugal, los daños registrados son menos drásticos. En Francia, por el contrario, el mayor condicionante reciente han sido los vendavales, ya que tanto entre los inviernos de 1999 (tormenta Martin) y 2009-2010 (Klaus y Xynthia) se llegó a perder la mitad de las existencias en pie de esta especie y desde entonces el macizo de Las Landas ha ido perdiendo superficie de pinar de forma paulatina. Hay que citar también que tras el paso de esas tormentas se registraron grandes daños causados por escolítidos, como el caso del ataque de *Ips sexdentatus*, cuantificado en 2010 en torno a los 4 millones de m³ de madera de pino afectadas.

Para construir los siguientes gráficos se ha partido de las cifras disponibles en los distintos IFN: publicadas en la web en el caso portugués, en papel y suministradas por el Ministerio en el caso español y cedidas por el Institut Géographique National (IGN) francés.

Aunque hace 40 años partían de situaciones iniciales muy distintas, queda de manifiesto la confluencia actual en cuanto a existencias maderables totales de *Pinus pinaster* entre España y Francia, quedando Portugal más a la zaga. En Portugal, el descenso en la superficie de estos pinares está siendo muy rápido, ya que se ha disminuido de un millón de hectáreas dominadas por *Pinus pinaster* en 1995 a sólo 714.000 ha en 2015, lo que le ha hecho ser superado por la superficie de eucalipto (844.000 ha). Además, habría que contabilizar la superficie incendiada entre 2016 y 2018: 123.000 ha de pino y 114.000 de eucalipto.

En el caso regional, Aquitania mantiene una evidente primacía sobre cualquier otra región cantábrica, acrecentada aún más desde 2014 con la formación de la Nueva Aquitania. Al no haberse publicado aún el nuevo IFNN/IFEPNP (Inventario Forestal de Especies Productivas del Norte Peninsular), las cifras referentes a Galicia en 2019 son sólo unas primeras estimaciones.



3.- EL PINO PINASTER EN EL NORTE

Alejandro Cantero Amiano
HAZI Fundazioa

A pesar de ser el pino pináster la especie de pino más productiva y extendida por la Península Ibérica, se puede decir que también es la más “amenazada” y la que se encuentra inmersa en un retroceso más evidente. Por un lado, el principal riesgo abiótico peninsular, los incendios forestales, ha afectado históricamente a muchos de estos pinares, debido a su enorme abundancia y a la ubicación de algunos de estos pinares en laderas de alto riesgo fisiográfico, climático y socio-económico. Por otro lado, la tradicional presencia de procesionaria (*Thaumetopoea pityocampa*), la previsible llegada del nematodo del pino (*Bursaphelenchus xylophilus*) por el norte de Portugal y el miedo a la extensión de sus daños están acelerando una dinámica de sustitución del pino pináster por otras especies de interés económico, como los eucaliptos.

Al tratarse de una especie de valor económico a lo largo de los siglos, no se debe desdeñar su larga historia de siembras o plantaciones con trasiego de material genético de una zona a otra zona geográfica. Lo mismo que las personas que a lo largo de generaciones se han desplazado de una región a otra, los pinos también lo han hecho. Un ejemplo muy reciente de estos desplazamientos se produjo en los años 50 y 60, con una importante población joven que emigró de las zonas pinariegas del valle del Tiétar a Aquitania, donde también el paisaje de *Pinus pinaster* y la resinación eran dominantes. Algunos de esos trabajadores se afincaron en el norte español y empezaron trabajando “en los pinos”, como guardas forestales o en la importante actividad reforestadora que se produjo en esos años en las regiones cantábricas.

1.- Diferencias cuantitativas entre ambos tipos de pinares

Como queda de manifiesto en el Inventario Forestal Nacional y en diversas publicaciones, la especie *Pinus pinaster* se desglosa en dos subespecies en España: una más interior o del entorno mediterráneo, más adaptada a entornos fríos y secos y con menores crecimientos, y otra más costera, ligada a laderas más húmedas de Galicia y Cornisa Cantábrica.

La publicación final del IFN21 refleja muy bien las especificidades de estos pinares atlánticos (*Pinus pinaster* cantábrico) frente a los del interior (*Pinus pinaster* mediterráneo).

Superficie arbolada por especie dominante y tipo de propiedad (ha)			
Tipo	Montes de Utilidad Pública	Particular sin consorcio	Total
<i>P. pinaster</i> cantábrico	7.383	201.062	285.047
<i>P. pinaster</i> mediterráneo	345.106	240.611	723.820

1 Segundo Inventario Forestal Nacional 1986-1996. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, 1998.

Superficie arbolada por altitud (ha)				
Tipo	0-399	400-799	800-1.199 m	800-1.199 m
<i>P.pinaster</i> cantábrico	177.321	91.453	15.945	328
<i>P.pinaster</i> mediterráneo	16.268	192.725	428.840	85.987

Superficie arbolada por pendiente (ha)				
Tipo	0-12%	12-20%	20-35%	>35%
<i>P.pinaster</i> cantábrico	62.718	60.402	83.196	78.731
<i>P.pinaster</i> mediterráneo	246.350	109.057	175.087	193.324

El antes citado informe-resumen sobre los resultados conjuntos de la Red europea de seguimiento de daños de nivel I en el periodo 1987- 1996 también recoge diferencias claras entre los análisis de suelo de las parcelas arboladas de *Pinus pinaster* en las 4 Comunidades del norte frente al resto. El conjunto de las parcelas de los pinares cantábricos muestra suelos más ácidos y algo menos arenosos que en los pinares más mediterráneos:

Número de muestras de suelo analizadas				
Tipo	M05 (0-5 cm)	M51 (5-10 cm)	M12 (10-20 cm)	Total
<i>P.pinaster</i> cantábrico	15	15	14	44
<i>P.pinaster</i> mediterráneo	13	13	29	55
Total	28	28	43	99

pH medio de las muestras analizadas				
Tipo	M05 (0-5 cm)	M51 (5-10 cm)	M12 (10-20 cm)	Total
<i>P.pinaster</i> cantábrico	3,93	4,12	4,29	4,11
<i>P.pinaster</i> mediterráneo	5,02	5,08	5,48	5,28
Total	4,44	4,57	5,09	4,76

Clase textural media (entre 1=textura gruesa y 5=textura muy fina)				
Tipo	M05 (0-5 cm)	M51 (5-10 cm)	M12 (10-20 cm)	Total
<i>P.pinaster</i> cantábrico	1,53	1,47	1,50	1,50
<i>P.pinaster</i> mediterráneo	1,23	1,23	1,62	1,44
Total	1,39	1,36	1,58	1,46

2.- Evolución entre Comunidades Autónomas

A falta de la publicación del nuevo IFNN, con datos medidos de campo en 2017-2018, la evolución de las masas de *Pinus pinaster* en las Comunidades cantábricas es la siguiente:

Evolución de las superficies (ha) según IFN / MFE				
Comunidad Autónoma	IFN1	IFN2/MFE50	IFN3/MFE25	IFN4
Asturias, Principado de	44.855	26.022	26.151	22.523
Cantabria	-	144	266	-
Galicia	493.281	478.662	394.201	446.698
País Vasco	5.424	6.796	6.816	6.418
Total	543.560	485.603	401.282	475.639

Evolución de las existencias maderables totales (m3) según IFN				
Comunidad Autónoma	IFN1	IFN2	IFN3	IFN4
Asturias, Principado de	3.340.676	4.601.322	2.340.631	3.167.160
Cantabria	14.584	152.435	-	-
Galicia	43.011.075	45.445.918	49.151.041	58.306.673
País Vasco	844.841	888.173	822.773	1.460.754
Total	47.211.176	51.087.848	52.314.445	62.934.587

Se ha producido un aumento del 33% de las existencias maderables entre IFN1 e IFN4, porcentaje que en el total de esta especie en España ha sido del 69%. Galicia sigue dominando y concentrando la gran mayoría de estos pinares.

Las primeras cifras del nuevo IFNN o IFEPNP (Inventario Forestal de Especies Productivas del Norte Peninsular) apuntan a un fuerte descenso para esta especie en el conjunto de estas 4 Comunidades: con una superficie inventariada de 231.522 hectáreas de pino marítimo y de 135.198 ha en mezcla con otras especies de producción, su volumen en pie de unos 52 Mm3 y su crecimiento anual en torno a 3 Mm3 son cifras superadas incluso por *Pinus radiata*.

3.- Diferencias con otras especies productivas: caso del País Vasco

La importancia de *Pinus pinaster* en el País Vasco ha venido siendo muy limitada, ya que sus menos de 7.000 ha y 1.500.000 de m3 en pie han quedado eclipsados por las magnitudes del pino radiata o del eucalipto y han reclinado al pino marítimo a zonas arenosas y de baja fertilidad, principalmente en zonas costeras de Bizkaia. Sin embargo, la menor afección de hongos defoliadores está aumentando recientemente el interés de los propietarios por el pino marítimo, un hecho que se une a la proximidad del gran macizo de Las Landas y su sector forestal enfocado a esta especie.



Pino radiata y pináster en la costa de Gipuzkoa

Precisamente en los últimos años se está importando semilla y planta procedente de Las Landas, ya que allí se benefician de varias décadas de mejora genética de *Pinus pinaster* y están logrando buenos resultados en cuanto a mayor productividad y rectitud en los troncos.

Dentro del proyecto Espacio Atlántico REINFFORCE 2007-2013 se creó en 2011 una red de arboretos en el País Vasco y en toda la fachada atlántica, desde Lisboa hasta Escocia, con decenas de especies y procedencias. Hasta la fecha, las variedades de pino pináster (PIPT) son las de mayor crecimiento medio en altura dentro de esas distintas variedades de pino.

Altura media (cm) alcanzada a los 8 años de edad				
Arboreto	PIPT-LACO (Landas-Córcega)	PIPT-LAND (Landas)	PIPT-TAMJ (Marruecos)	Total 29 tipos de <i>Pinus</i>
Albina (Álava)	488	463	389	311
Irisasi (Gipuzkoa)	507	484	402	355

En el País Vasco, las principales masas de pino pináster se ubican en la vertiente cantábrica y en suelos arenosos a baja altitud, obtenidas mediante plantaciones de la variedad atlántica. En el interior alavés es posible encontrar antiguas plantaciones de la variedad *hiltonii* o Corté, procedente de Córcega y conocida por su rectitud. También hay que citar la

dispersión natural de bosquetes o pies sueltos de pináster en el oeste alavés, mezclados con regeneración natural de pinos silvestres y probablemente procedentes de los macizos de Artzena y Oña (Burgos).



Plantación de la variedad *hamiltonii* en Santa Cruz de Campezo (Álava)



Pinar de regeneración natural en Angosto (Álava)

Diversos proyectos europeos han permitido a HAZI conseguir un gran volumen de información que puede ser aplicado a la caracterización de las masas de *Pinus pinaster* en el País Vasco y a resaltar las diferencias con las plantaciones de pino radiata o de eucaliptos.

El proyecto SUDOE FORRISK 2015-2019 permitió la preparación de diversas capas de parámetros y riesgos forestales basados en el vuelo LiDAR 2012, capas consultables a través del visor oficial GeoEuskadi del Gobierno Vasco. Recientemente, el proyecto LIFE HEALTHY FOREST 2016-2019, "Detección temprana de enfermedades y sistemas de manejo avanzados para reducir el declive causado por enfermedades forestales", ha permitido disponer de un nuevo vuelo LiDAR en 2017 para todo el País Vasco, con la consiguiente actualización de esos parámetros forestales de interés y de cálculo de productividad media 2012-2017.

Superficie total (ha) según altitud				
Altitud (m)	P.pinaster	P.radiata	Euc.globulus	Euc.nitens
0-300	3.679	49.127	9.564	4.620
300-600	2.385	60.346	1.338	2.862
600-900	672	7.124	5	56
>900	-	16	-	-
Total	6.736	116.613	10.907	7.537

Superficie total (ha) según litología				
Litología	P.pinaster	P.radiata	Euc.globulus	Euc.nitens
Aluvial/coluvial	136	1.675	352	247
Areniscas	3.628	31.909	5.274	2.773
Calizas	76	4.237	213	71
Lutitas	623	37.165	2.022	1.965
Marga calizas	1.847	34.464	2.479	2.191

Superficie total (ha) según prof. suelo				
Profund. (cm)	P.pinaster	P.radiata	Euc.globulus	Euc.nitens
0-35	615	3.517	1.402	404
35-50	3.990	63.790	6.272	3.621
50-75	2.114	48.058	3.198	3.469
>75	18	1.249	35	43

Crecimiento medio en altura dominante (m/año) según altitud				
Altitud (m)	P.pinaster	Pradiata	Euc.globulus	Euc.nitens
0-300	0,65	0,92	1,15	1,12
300-600	0,57	0,94	1,20	1,17
600-900	0,39	0,80	0,68	0,59
>900	-	0,56	-	-
Total	0,60	0,92	1,15	1,14

Crecimiento medio en altura dominante (m/año) según orientación				
Orientación	P.pinaster	Pradiata	Euc.globulus	Euc.nitens
NO	0,62	0,95	1,06	1,11
N	0,64	0,95	1,13	1,09
NE	0,68	0,94	1,22	1,10
E	0,65	0,94	1,24	1,10
SE	0,55	0,91	1,22	1,15
S	0,57	0,88	1,13	1,21
SO	0,52	0,90	1,16	1,21
O	0,54	0,92	1,06	1,06
Total	0,60	0,92	1,15	1,14

Crecimiento medio en altura dominante (m/año) según litología				
Litología	P.pinaster	Pradiata	Euc.globulus	Euc.nitens
Aluvial/coluvial	0,47	0,96	0,99	0,89
Areniscas	0,61	0,89	1,07	1,08
Calizas	0,52	0,83	0,91	1,01
Lutitas	0,53	0,99	1,16	1,30
Marga calizas	0,66	0,91	1,38	1,10

Crecimiento medio en altura dominante (m/año) según prof. suelo				
Profund. (cm)	P.pinaster	Pradiata	Euc.globulus	Euc.nitens
0-35	0,55	0,82	0,92	1,02
35-50	0,60	0,89	1,09	1,11
50-75	0,61	0,97	1,38	1,18
>75	-	1,01	0,99	1,00

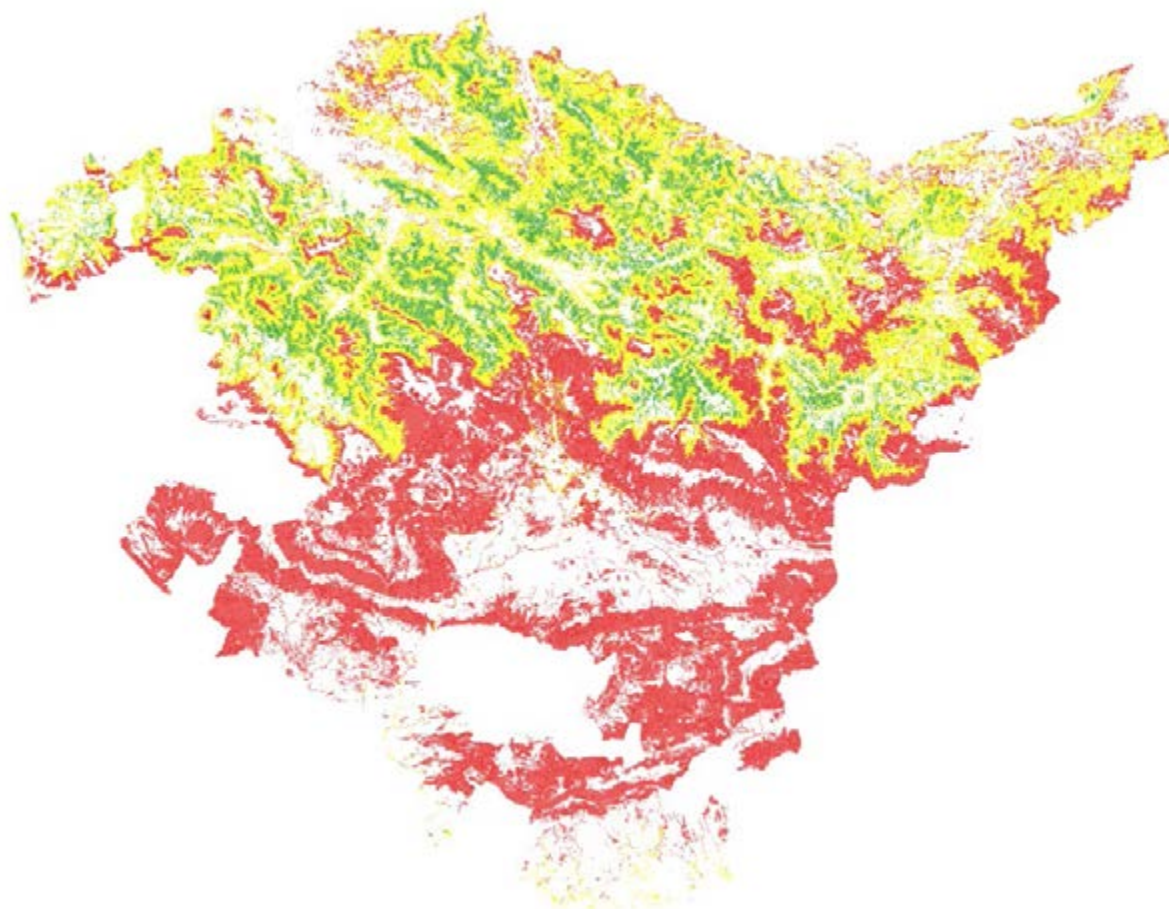
Crecimiento corriente (m3/ha/año) según altitud				
Altitud (m)	P.pinaster	Pradiata	Euc.globulus	Euc.nitens
0-300	8,86	13,38	10,27	10,05
300-600	7,66	14,34	9,70	10,60
600-900	8,38	13,00	-	6,24
>900	-	9,15	-	-
Total	8,39	13,85	10,20	10,23

Crecimiento medio (m³/ha/año) según altitud				
Altitud (m)	P.pinaster	P.radiata	Euc.globulus	Euc.nitens
0-300	4,74	9,13	14,50	15,73
300-600	5,11	8,87	13,96	14,74
600-900	3,75	7,80	-	14,95
>900	-	7,65	-	-
Total	4,78	8,92	14,44	15,35

A partir de esos datos de evolución de las masas entre dos vuelos LiDAR consecutivos, en el mismo proyecto LIFE HEALTHY FOREST se han elaborado cartografías de aptitud de diversas especies forestales en el País Vasco, obteniéndose estos valores óptimos desde el punto de vista del máximo crecimiento medio anual en altura entre 2012 y 2017:

Especie	Altitud óptima (m)	Precipitación óptima (mm)	Temp. Media óptima (°C)
Pino silvestre	753,00	870,31	10,67
Pino halepensis	611,00	1.023,91	11,36
Pino laricio	638,45	1.315,18	11,06
Pino pináster	314,00	1.265,19	13,03
Pino radiata	340,54	1.345,61	12,47
Pino taeda	454,43	1.623,23	11,53
Eucalipto globulus	181,84	1.250,23	13,76
Eucalipto nitens	270,54	1.293,93	12,89

Al igual que los eucaliptos, las masas de pino pináster destacan dentro de los pinos por centrar su máximo productivo en localizaciones con menor altitud media y mayor temperatura media anual que el pino radiata.



Mapa de aptitud de Pino pinaster en el País Vasco, mostrando en verde las zonas de mejor aptitud prevista, en amarillo las de aptitud media y en rojo las de menor aptitud, quedando en blanco las zonas en principio no recomendables para esta especie o no arboladas



Pino pináster en área húmeda de montaña, creciendo a 850 m de cota (Urkiola, Bizkaia)



Pino pináster en entorno seco sobre margas (Vitoria, Álava)



Paisaje cantábrico con eucalipto, pino radiata y pino pináster (Salas, Asturias)



Pino pináster gallego (Islas Cíes, Pontevedra)



Suelos ácidos y esqueléticos en los que crece el pino pináster costero (Orio, Gipuzkoa)



Derribos por viento y nieve (Santa Cruz de Campezo, Álava)



Ejemplo de pinar gallego gestionado y no gestionado



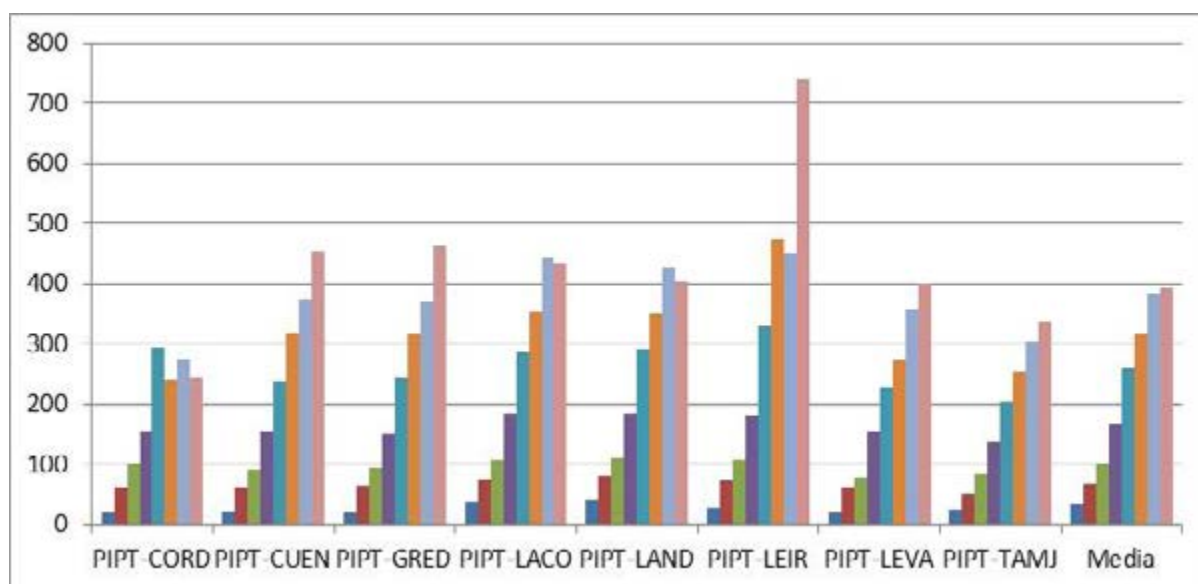
4.- Diferencias entre procedencias: caso atlántico

Dentro del citado proyecto Espacio Atlántico REINFFORCE 2007-2013 diversos socios se coordinaron para crear en 2011 una red de 38 arboretos distribuidos por toda la fachada atlántica, empleando las mismas especies y procedencias. Una de las especies testadas fue pino pináster (PIPT) y las distintas mediciones realizadas hasta la fecha ponen de manifiesto las diferencias en cuanto a crecimiento medio en altura según la variedad de pino empleada.

Arboreto	Municipio	Socio	Región	País	Latitud	Longitud	Altitud
AR01	Lochgilphead	FR	Argyll and Butte	Scotland-UK	56,54	-6,01	50
AR02	Carmathen	FR	Carmarthenshire	Wales-UK	52,02	-3,72	185
AR03	Cotswold	FR	Gloucestershire	England-UK	51,60	-2,22	140
AR04	Harcourt	IDF-CNPF	Haute-Normandie	France	49,17	0,81	130
AR05	Monceaux au Perche	IDF-CNPF	Basse-Normandie	France	48,50	0,70	157
AR06	Pléven	IDF-CNPF	Bretagne	France	48,49	-2,33	94
AR07	Priziac	IDF-CNPF	Bretagne	France	48,08	-3,41	204
AR08	Avoise	IDF-CNPF	Pays de la Loire	France	47,84	-0,17	42
AR09	Bécon-les-Granits	IDF-CNPF	Pays de la Loire	France	47,49	-0,78	59
AR10	Chantecorps	IDF-CNPF	Poitou-Charentes	France	46,52	-0,14	211
AR11	Chey	IDF-CNPF	Poitou-Charentes	France	46,27	-0,06	164
AR12	Exideuil	IDF-CNPF	Poitou-Charentes	France	45,88	0,67	178
AR13	Sarlande	INRA	Aquitaine	France	45,00	-1,00	365
AR14	Cestas	INRA	Aquitaine	France	44,73	-0,79	60
AR15	Retjons	INRA	Aquitaine	France	44,13	-0,28	110
AR16	Le Frêche	INRA	Aquitaine	France	43,91	-0,25	64
AR17	Bayonne	INRA	Aquitaine	France	43,51	-1,45	30
AR18	Laukiz	NEIKER	País Vasco	Spain	43,34	-2,92	90
AR19	Laukiz	NEIKER	País Vasco	Spain	43,34	-2,92	121
AR20	Laukiz	NEIKER	País Vasco	Spain	43,34	-2,92	114
AR21	Valdáliga	FGUVA	Cantabria	Spain	43,33	-4,29	245
AR22	Usurbil	HAZI	País Vasco	Spain	43,26	-2,05	240
AR23	Potes	FGUVA	Cantabria	Spain	43,15	-4,64	525
AR24	Aramaio	HAZI	País Vasco	Spain	43,05	-2,57	645
AR25	Etxauri	GAN	Navarra	Spain	42,78	-1,80	430
AR26	Urrual Alto	GAN	Navarra	Spain	42,76	-1,16	670
AR27	Cistierna	FGUVA	Castilla y León	Spain	42,76	-5,13	965
AR28	Los Altos	FGUVA	Castilla y León	Spain	42,73	-3,58	950
AR29	Porto do Son	CIF	Galicia	Spain	42,66	-9,01	217
AR30	A Pobra de Brollon	CIF	Galicia	Spain	42,60	-7,40	420
AR31	Pontevedra	CIF	Galicia	Spain	42,41	-8,66	120
AR32	Moral de Hornuez	FGUVA	Castilla y León	Spain	41,48	-3,66	1195
AR33	Trás os Montes	ISA	Norte	Portugal	41,28	-7,74	400
AR35	Lisboa	ISA	Lisboa	Portugal	38,71	-9,19	106
AR36	Sao Miguel	DRRF	Azores	Portugal	37,47	-25,29	520
AR37	Furnas civil Parish	SPRAZORES	Azores	Portugal	37,74	-25,35	500
AR38	Furnas civil Parish	SPRAZORES	Azores	Portugal	37,77	-25,35	515

Las variedades de pino pináster testadas y las alturas medias alcanzadas por las plantas vivas en cada año de medición por parte de los socios de REINFFORCE han sido las siguientes:

Altura media (cm) alcanzada por los pinos vivos de cada variedad									
Variedad	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Origen
PIPT-CORD	19	62	101	155	294	240	277	244	Cordal De Loba (Monfero), Spain
PIPT-CUEN	22	62	92	156	238	317	375	455	ES12 – Serrania De Cuenca – Spain
PIPT-GRED	19	64	93	151	243	315	369	463	ES06 – SIERRA DE GREDOS – Spain
PIPT-LACO	38	75	109	185	286	352	445	432	PICARD (Lande Corse), France
PIPT-LAND	42	81	111	185	290	350	429	405	MIMIZAN LANDES, France
PIPT-LEIR ²	28	73	107	181	330	474	452	739	LEIRIA, Portugal
PIPT-LEVA	19	62	78	155	229	272	358	400	ES16 – LEVANTE – Spain
PIPT-TAMJ	24	52	84	136	203	254	305	337	TAMJOUT (COLLOBRIERE), Morocco
Media	32	68	100	166	260	315	382	393	



Altura media (cm) alcanzada por los pinos vivos medidos en cada arboreto								
Arboreto	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AR01	39	58	73	88	119			
AR02	47	94	151	170	226			
AR03	45	96	144	234	306			
AR04	27	51	89	144	220	321	431	447
AR05	25	64	98	152	206	286	370	436
AR06	24	62	87	138	209	312	414	436
AR07	24	69	120	169	240	338	418	434
AR08	29	54	95	145	266		396	401
AR09	26	39	59	91	148		235	329
AR10	22	58	75	136	258		438	
AR11	24	47	92	175	252	350	438	
AR12	23	42	83	138	197	287	383	
AR13		69		150	295		459	
AR14		93		263	433		553	

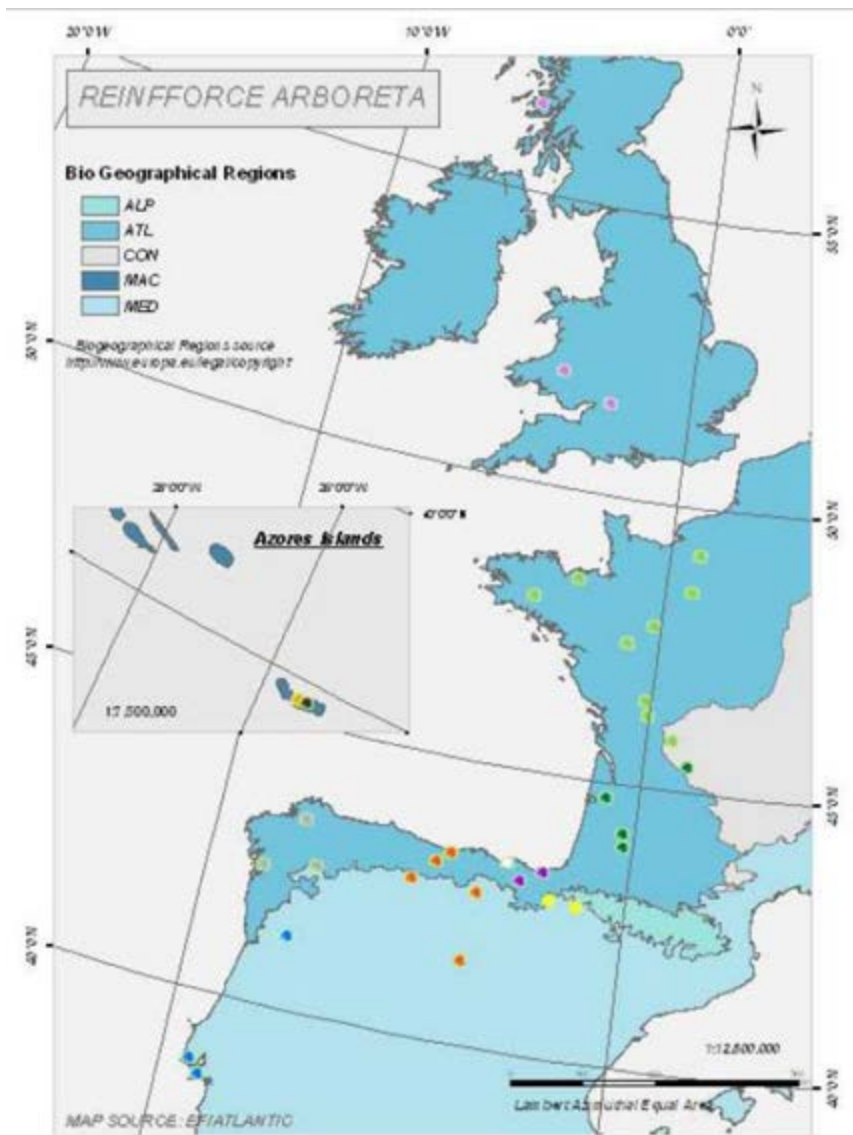
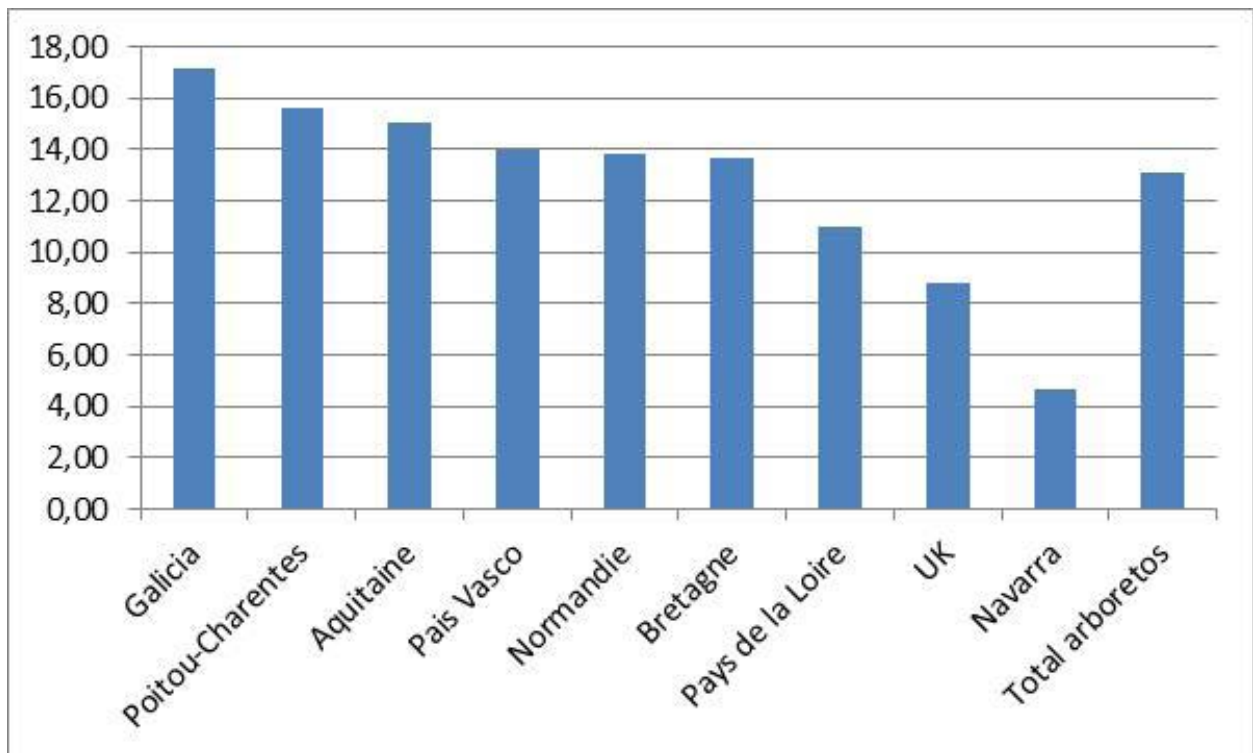
2 En este último año 2019 sólo se han podido medir 36 pinos de esta variedad PIPT-LEIR y ubicados en un solo arboreto (AR31). Por problemas logísticos, no todos los años se han medido los mismos arboretos ni los mismos pinos. Como ejemplo, en 2016 se llegó a medir la altura de 5.470 pinos en 23 arboretos, pero del año 2019 sólo se dispone de la medición de 1.415 pinos en 9 arboretos.

Altura media (cm) alcanzada por los pinos vivos medidos en cada arboreto								
Arboreto	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AR15		91		220	344		422	
AR16		61		152	242		322	
AR17		55		155	297		433	
AR18		104		172				
AR19				186				
AR20			86	103				
AR21	45	112	169					
AR22			82	126	187	263	362	464
AR23	44	109		141				
AR24			88	136	197	269	326	447
AR25		47	55	65	95	128	192	200
AR26		40		54		87	99	108
AR27	37	78	109					
AR28	36	59	87					
AR29	22	56	116	135	225	347		
AR30	25	58	132	250	329	405		
AR31	23	55	178	219	368	538		660
AR32	37	48	58					
AR33	45							
AR35	39		68					
AR36			75					
AR37			107					
AR38			100					
Media	32	68	100	166	260	315	382	393

Es de destacar la considerable altura media alcanzada dentro de esta última medición de primavera de 2019 por algunas variedades testadas en el arboreto AR31 de Pontevedra: 755 cm de altura media de los pinos PIPT-LAND, 741 cm de PIPT-LACO y 739 cm de PIPT-LEIR.

Una estimación lineal de la altura media de los pinos pináster proyectada hacia el año 2031, cuando los arboretos alcancen los 20 años de edad, ofrece estos resultados medios previstos para las regiones cuyos arboretos cuentan con un mínimo de 4 mediciones anuales. Quedan fuera de este pronóstico, por tanto, Portugal, Cantabria y Castilla y León:

Región	Num. Arboretos	Altitud media (m)	Altura media en 2031 (m)
Galicia	3	252,33	17,13
Poitou-Charentes	3	184,33	15,61
Aquitaine	5	125,80	15,01
País Vasco	2	442,50	14,00
Normandie	2	143,50	13,86
Bretagne	2	149,00	13,67
Pays de la Loire	2	50,50	10,97
United Kingdom	3	125,00	8,78
Navarra	2	550,00	4,64
Total Arboretos	24	207,71	13,08





Pino gallego

4.- RETOS PARA LA SELVICULTURA DEL PINO PINASTER EN GALICIA

Juan Picos Martín
Escuela de Ingeniería Forestal de Pontevedra
Universidade de Vigo

Roque Rodríguez Soalleiro
Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Lugo
Universidade de Santiago de Compostela

1. Introducción

Pinus pinaster es una especie fundamental para el abastecimiento de una importante industria de transformación de la madera en todo el arco atlántico (desde Aquitania a Portugal, con la excepción del País Vasco). Uno de los factores que ha favorecido la expansión de esta especie ha sido su gran resistencia a suelos arenosos y de escasa fertilidad donde otras especies no pueden prosperar, así como su rápido crecimiento. La capacidad del pino pinaster para establecerse en suelos pobres está vinculada a su sistema radical, muy desarrollado y con una importante capacidad de absorción de nutrientes.

Se han encontrado vestigios de su presencia ya en el final de la era glaciaria (8.000 A.C.). Su distribución actual es el resultado, sobre todo, de la acción modeladora del hombre. En Galicia, la expansión de esta especie se inició a finales del s. XVIII, extendiéndose por zonas costeras, especialmente a finales del XIX, cuando la escasez y el alza de precios de la madera, despertó el interés por la orientación productiva de los montes de particulares, muchos de ellos surgidos de los procesos de reparto de los montes vecinales y de varas; del acceso de los campesinos a la propiedad plena; y debido a la adopción de innovaciones y mejoras en la agricultura y ganadería, que permitía, por vez primera, dedicar a pinar una parte del espacio antes destinado a otras actividades (Picos 2017).

Mientras, los montes vecinales, se enfrentaban sucesivamente a periodos de intervencionismo administrativo encabezados por los “nuevos” ayuntamientos creados a finales del XIX y hasta bien entrado el siglo XX fueron, desde el punto de vista forestal, prácticamente improductivos. Posteriormente, en los 35 años que siguieron a la guerra civil, se llegó a repoblar por iniciativa pública más del 9% del territorio gallego, siendo el pino pinaster la especie elegida para más de la mitad de la superficie repoblada.

De esta forma, en los años 50 existirían unas 250.000 hectáreas de pinares en Galicia y una industria de aserrado, casi siempre de carácter familiar, que representaba la tercera fuente de riqueza, tras la agricultura y la ganadería. Desde entonces, se produce un fuerte desarrollo de la industria de fabricación de tableros derivados de la madera y comienza a fabricarse pasta de papel, que a partir de los años 90 sustituyó la utilización de madera de pino por la de eucalipto.

Los pinares de pino del país (*Pinus pinaster*), que han sido la formación forestal productiva más abundante en la Galicia del s. XX, han ido perdiendo su protagonismo en los últimos 40 años, para acabar cediéndoselo al eucalipto.

2. Situación del pinaster en Galicia a través de los inventarios forestales.

En 2003 la Federación Empresarial de Aserradores y Rematantes de Maderas de Galicia, dentro del marco de un convenio firmado con la Consellería de Medio Ambiente de la Xunta de Galicia. Llevaron a cabo un análisis de los datos de inventario de la serie de los Inventarios Forestales Nacionales 1, 2 y 3 (IFN1, IFN2, IFN3) y, a partir de esa evolución, elaborar una predicción de los que serían los datos del IFN4 (FEARMAGA, 2003).

Los resultados de ese análisis para el grupo de “coníferas” —donde *Pinus pinaster* es mayoritario— se muestran en la tabla 1 y en el gráfico 1 comparados con los resultados que arrojó finalmente el IFN4. Esta contraposición ilustra una parte del cambio de tendencia en la evolución de las masas de pino en Galicia en las últimas dos décadas.

En las clases diamétricas entre 20 y 35 el IFN4 arrojó mejores datos que la predicción pero, por debajo de 20 cm, los datos son muy desfavorables, apuntando a una caída en las repoblaciones y regeneraciones, seguramente motivadas por el cambio de uso o especie. En las clases superiores, los resultados indican un descenso en los árboles “a final de turno (45)” pero, a partir de esa clase, un incremento que llega a ser muy destacable en la clase +70.

Analizando los resultados de los distintos inventarios forestales (ver siguientes Tablas y Gráficos), pese a las salvedades de los cambios experimentados en las metodologías, se aprecian las diferentes tendencias en la evolución de la selvicultura del *Pinus pinaster* en Galicia.

En lo que respecta a la evolución de superficies, las masas puras de *Pinus pinaster* pasaron de ocupar casi 500.000 hectáreas a situarse en el entorno de las 200.000. Entre el IFN1 y el IFN2 el descenso pudo deberse al efecto de los incendios forestales de finales de los 70 y los años 80. Posteriormente, la superficie vuelve a remontar por la reducción de los mismos y el comienzo de las medidas de fomento de la forestación. Entre el IFN3 y el IFN4 el efecto de la sustitución de pino por eucalipto en áreas costeras explica en buena parte el descenso. Los datos provisionales del IFEPNP evidencian que el descenso de *Pinus pinaster* se ralentiza pero que *Pinus radiata* se suma a la tendencia, probablemente al ser sustituidos por *Eucalyptus nitens* en zonas de interior.

Las existencias, han sufrido una evolución similar. A falta de considerar los datos del IFEPNP, en 2009 el IFN4 midió menos de 40 Mm³ de existencias de *Pinus pinaster* por primera vez desde 1986 (IFN2).

Adicionalmente, los incendios de 2017 supusieron un importante varapalo en la situación de la especie, sobre todo en el sur de la provincia de Pontevedra. En esta provincia se calcula que fueron afectadas, en distinto grado, entre 11.000 y 14.000 ha, incluyendo algunos montes vecinales con masas destacables. Por si fuera poco, una parte de estos incendios ocurrieron próximos a la zona demarcada por presencia del Nematodo de la Madera del Pino (NMP) y la consiguiente acumulación de madera muerta, por la que su insecto vector (*Monochamus galloprovincialis*) tiene gran preferencia, y probablemente no fue independiente de la aparición de nuevos positivos (Consellería de Medio Rural, 2019). Aunque, a día de hoy, los daños documentados por NMP en Galicia son insignificantes y el área de obligada eliminación de especies sensibles, dentro de las áreas de erradicación, es inferior a las 300 hectáreas, los efectos sobre la decisión de propietarios y comunidades de apostar por la selvicultura de *Pinus pinaster* ante el temor de ser en el futuro afectados son mucho más graves.

CD	IFN4* Fearnaga (2003)			IFN4 Real (Coníferas)			Balance IFN4-IFN4*		
	Nº pies	VMC	I AVC	CANTPMA	VCC	I AVC	Nº pies	VMC	I AVC
10	150.000.000	4.631.828	694.774	88.600.724	3.231.109	414.503	-61.399.276	-1.400.719	-280.271
15	80.000.000	6.448.888	902.844	65.017.746	6.809.497	662.348	-14.982.254	360.609	-240.496
20	42.000.000	7.068.364	706.836	48.353.619	9.270.222	846.662	6.353.619	2.201.858	139.826
25	24.000.000	7.013.943	561.115	31.813.659	10.225.114	842.021	7.813.659	3.211.171	280.906
30	16.000.000	7.352.887	514.702	20.382.072	10.209.281	738.025	4.382.072	2.856.394	223.323
35	12.700.000	8.547.822	512.869	13.670.938	10.052.235	631.944	970.938	1.504.413	119.075
40	8.600.000	8.106.735	324.269	8.490.861	8.675.205	480.374	-109.139	568.470	156.105
45	6.000.000	7.547.554	301.902	4.836.851	6.615.200	321.865	-1.163.149	-932.354	19.963
50	3.000.000	4.911.725	196.469	2.917.695	5.142.158	225.580	-82.305	230.433	29.111
55	1.700.000	3.482.219	104.467	1.609.524	3.550.239	140.673	-90.476	68.020	36.206
60	750.000	1.869.254	56.078	783.146	2.115.037	76.050	33.146	245.783	19.972
65	230.000	702.569	21.077	313.418	990.456	33.914	83.418	287.887	12.837
70 y sup	240.000	972.805	29.184	422.744	1.832.635	52.131	182.744	859.830	22.947
Totales	675.220.000	68.656.594	4.926.588	287.212.995	78.718.388	5.466.090	-388.007.005	10.061.794	539.502

Tabla 1 Comparación de la proyección del IFN4 realizada por Fearnaga en 2003 con los datos reales obtenidos por IFN4 en 2009



Gráfico 1 Comparación de la proyección del IFN4 realizada por Fearnaga en 2003 con los datos reales obtenidos por IFN4 en 2009

Tabla 2 Evolución de la superficie de las formaciones forestales dominantes en los diferentes inventarios forestales

Formación forestal arbórea dominante	IFN1	IFN2	IFN3	IFN4*	IFEPNP**
Pinares de <i>Pinus pinaster</i>	493.281	288.360	383.632	217.279	208.593
Pinares de <i>Pinus radiata</i>	32.070	25.305	59.199	96.176	70.210
Eucaliptales (<i>Eucalyptus spp.</i>)	27.639	46.494	174.211	248.168	300.507

* el IFN4 incluye adicionalmente 39.814 ha de Repoblaciones jóvenes de *Eucalyptus spp.* y 87.758 de Repoblaciones jóvenes de coníferas

** IFEPNP: Inventario Forestal de Especies Productivas del Norte Peninsular (2018). Resultados provisionales

Gráfico 2 Evolución de la superficie de las formaciones forestales dominantes en los diferentes inventarios forestales

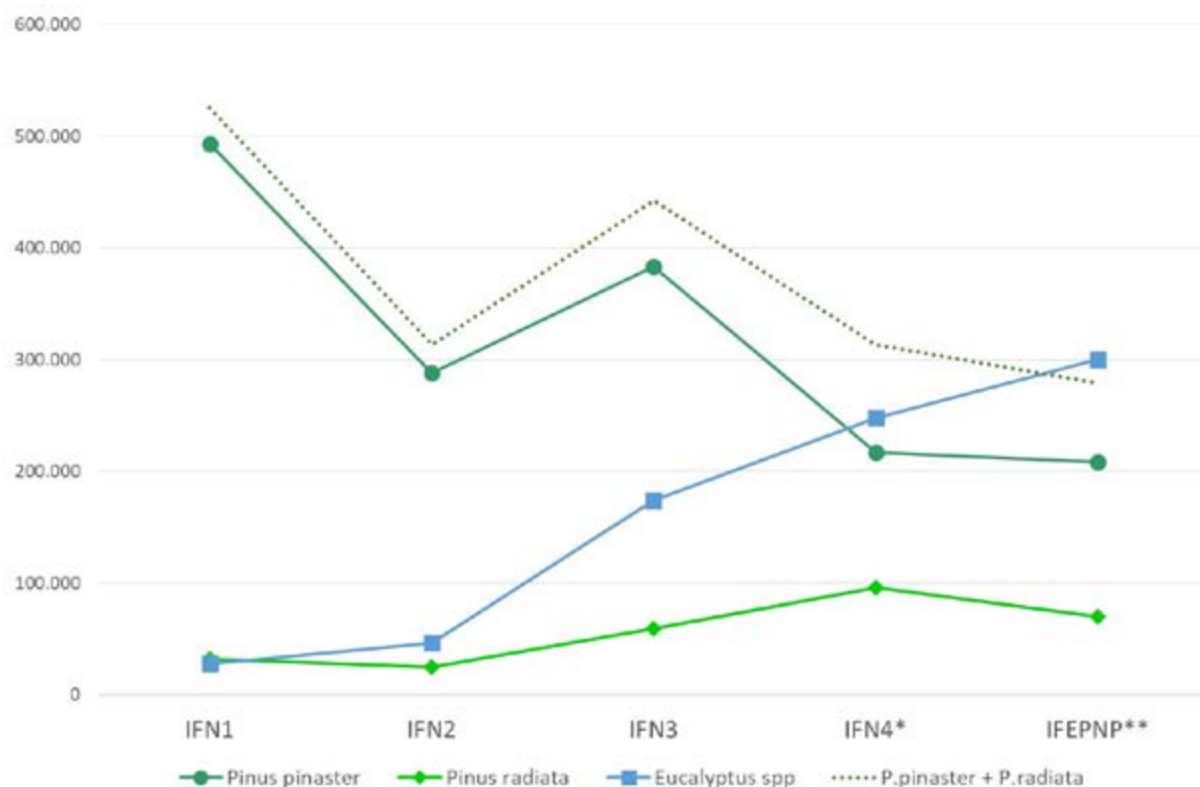


Tabla 3. Comparación entre las superficies provinciales de las formaciones forestales dominantes en IFN4 y IFEPNP

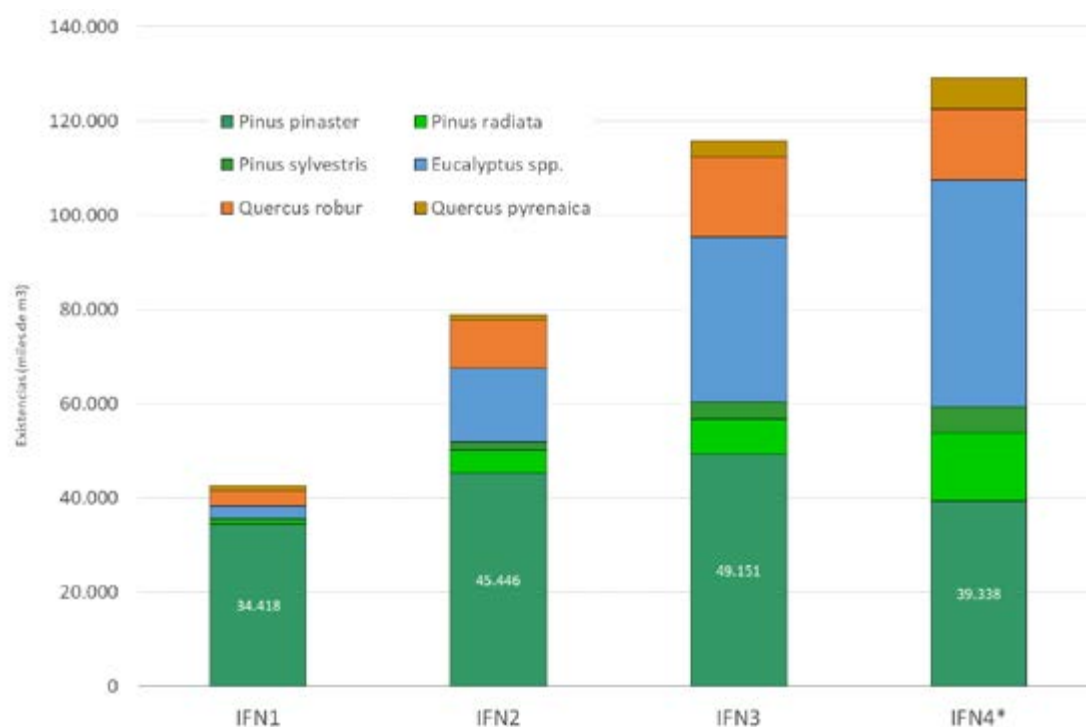
Formación forestal arbolada Sup. (ha)		C	LU	OU	PO	GALICIA
IFN4	Eucaliptales	144.523	61.820		41.825	248.168
	Pinares de <i>Pinus pinaster</i>	70.216	32.106	57.677	57.280	217.279
	Pinares de <i>Pinus radiata</i>	24.477	65.665		6.034	96.176
	Replantaciones jóvenes de eucalipto	20.780	11.471		7.563	39.814
	Replantaciones jóvenes de coníferas	9.634	33.319	34.711	10.094	87.758
	Subtotal	269.630	204.381	92.388	122.796	689.195
IFEPNP	Eucaliptales	176.027	81.728	568	42.184	300.507
	Pinares de <i>Pinus pinaster</i>	55.155	37.463	67.331	48.644	208.593
	Pinares de <i>Pinus radiata</i>	10.469	56.385	535	2.820	70.210
	Subtotal	241.651	175.576	68.434	93.648	579.310

Tabla 4. Evolución de las existencias de las formaciones forestales dominantes en los diferentes inventarios forestales

Existencias (miles de m³cc)	IFN1	IFN2	IFN3	IFN4*
Eucalyptus spp.	2.690	15.621	34.801	48.101
<i>Pinus pinaster</i>	34.418	45.446	49.151	39.338
<i>Pinus radiata</i>	1.006	4.680	7.571	14.492
<i>Pinus sylvestris</i>	224	1.749	3.757	5.518
<i>Quercus robur</i>	3.152	10.117	16.922	15.047
<i>Quercus pyrenaica</i>	1.090	1.211	3.573	6.649
Total	42.580	78.824	115.775	129.148

* No se incluyen los datos relativos a Masas mixtas de *P. pinaster*, *Eucalyptus spp.*, *Q. robur* que ascienden a 39.834 miles de m³

Gráfico 3 Evolución de las existencias de las formaciones forestales dominantes en los diferentes inventarios forestales



3. El caso de Portugal.

De una manera similar, aunque más acentuado, a lo sucedido en Galicia, en Portugal, la producción de madera de pino para uso industrial ha venido padeciendo descensos en los últimos veinte años. Sólo entre 2000 y 2015 disminuyó en un -52%, con valores similares tanto para la madera de sierra como para la de trituración.

El nematodo de madera de pino (NMP), considerado uno de los organismos con mayor potencial destructivo para el bosque de coníferas, especialmente para *Pinus pinaster*, fue detectado por primera vez en Portugal en 1999 y desde entonces las medidas puestas en marcha han provocado la corta de miles de hectáreas de pino para tratar de erradicar la enfermedad que aparece ya en áreas de pinar de todo el país. No menos importante es el hecho de que, por ello, los propietarios forestales portugueses han dejado de repoblar con esta especie como venían haciendo.

Adicionalmente, en 2017, los incendios forestales tuvieron un impacto extremo en Portugal, con un área total quemada de 442.418 hectáreas, de las que más de 260.000 estaban arboladas y dentro de ellas grandes áreas de *Pinus pinaster* propiedad del Estado que eran tradicionalmente proveedoras importantes para la industria del aserrado.

A finales de junio de 2019, el ICNF publicó los primeros resultados del 6º Inventario Forestal Nacional (ICNF, 2019). Estos datos se refieren a trabajos de campo correspondientes al año 2015, es decir, todavía no reflejan el impacto de los incendios de 2017. Los resultados indican que entre 1995 y 2015, un intervalo de 20 años, Portugal perdió el 32% de las existencias de *Pinus pinaster*. En el mismo período de tiempo, el área total de la especie disminuyó en 264.000 ha (-27%). En 2015, el área total de *Pinus pinaster* era de 714.000 ha, de las cuales 615.000 ha eran masas en espesura.

La mayor parte del área de *Pinus pinaster* que desapareció entre 2005 y 2015 pasó a la categoría de “matorral” (42% del área perdida). La causa más probable es la recurrencia de incendios, donde son afectadas masas de pinos jóvenes que aún no son capaces de producir semillas para garantizar la regeneración natural (CENTROPINUS, 2019). La conversión de pino a eucalipto fue el segundo factor más relevante (27%). Una superficie de 71.500 ha de pinos en 2005 aparece ocupada por eucaliptos en 2015.

Las existencias de pino disminuyeron en 15 Mm³ desde el IFN anterior, alcanzando 67 Mm³ en 2015. (ICNF, 2019). Un análisis llevado a cabo por CENTROPINUS (2019) apunta a que en 2019 esa cifra aún será sensiblemente más baja (57 Mm³) como consecuencia del impacto de los incendios de 2017 y que para 2025 las existencias serían de 41 Mm³, es decir, que en 30 años se habrían perdido el 58% de las mismas.

4. Los aprovechamientos de madera de *Pinus pinaster* en Galicia.

El Galicia, el descenso en superficie ocupada por *Pinus pinaster*, comienza a tener efecto en los aprovechamientos anuales de madera de esta especie. En 2017 (xera 2018) se aprovecharon poco más de un millón y medio de metros cúbicos de

pinaster, manteniéndola como segunda especie en importancia aunque ya lejos del *Eucalyptus globulus* (que supera claramente los 3 Mm3), muy ligeramente por encima del *Pinus radiata* con 1,3 Mm3 y, habida cuenta de su reciente desarrollo, no demasiado lejos del *Eucalyptus nitens* que alcanza ya el millón de metros cúbicos (y más teniendo en cuenta que las estadísticas reflejan más de 600.000 m3 de eucalipto sin clasificar específicamente).

Tabla 5 Volumen de cortas y solicitudes por especies año 2017 (XERA 2018)

	Solicitudes de corta (nº)		Volumen de corta (m³)		Volumen por Solicitud (m³)
	117.301	100%	8.598.152	100%	73,3
Coníferas	37.053	31,6%	3.278.762	38,1%	88,5
<i>Pinus pinaster</i>	23.692	20,2%	1.586.936	18,5%	67,0
<i>Pinus radiata</i>	8.433	7,2%	1.344.788	15,6%	159,5
<i>Pinus sylvestris</i>	545	0,5%	89378	1,0%	164,0
Otras coníferas	4.383	3,7%	257.659	3,0%	58,8
Eucaliptos	42.392	36%	5.075.751	59,0%	119,7
Frondosas (distintas del eucalipto)	37.856	32,3%	243.639	2,8%	6,4

Es muy significativo, que, atendiendo al número de solicitudes de aprovechamiento del mismo 2017, además, el tamaño de aprovechamiento medio de *Pinus pinaster* sea significativamente inferior al de las especies con volúmenes de corta significativos.

Si analizamos un poco más en detalle la distribución del volumen de *Pinus pinaster* aprovechado en función del tamaño de los lotes aprovechados por solicitud administrativa¹ podemos apreciar que el 28% de los aprovechamientos se llevan a cabo en parcelas con menos de 100 m3 cc y que la distribución en comparación con otras especies comerciales es más desfavorable.

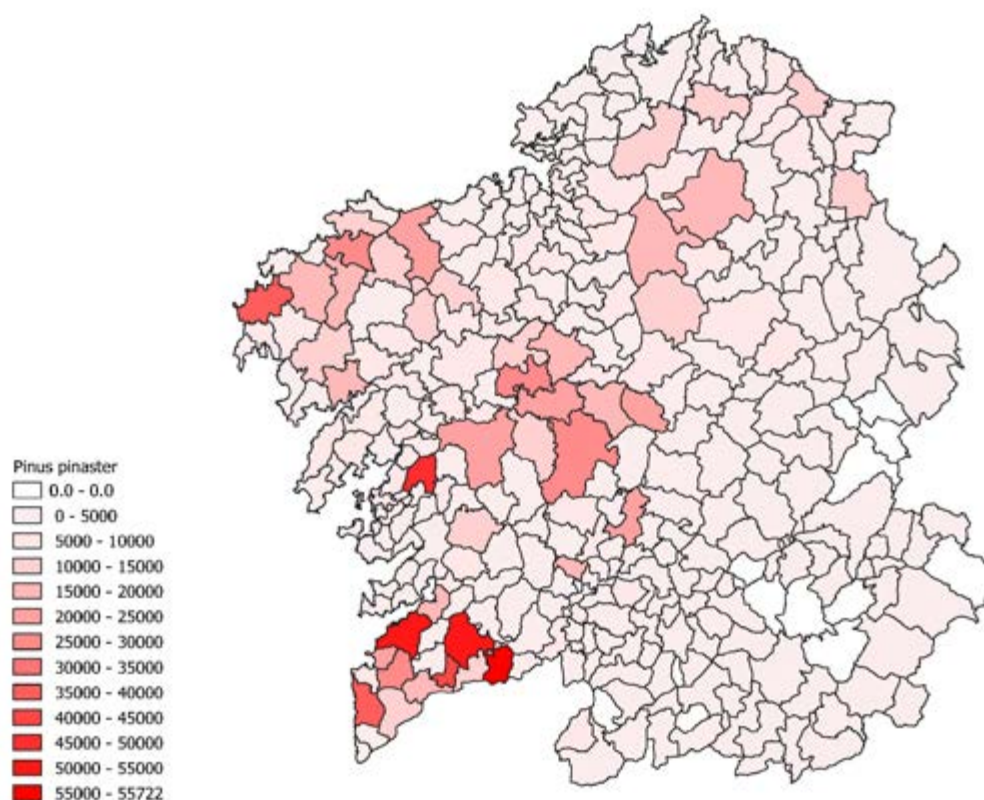
Tabla 6 Porcentaje del volumen de corta según volumen del lote de aprovechamiento y grupo de especies (XERA 2018)

Tamaño lote aprovechamiento (m3cc)	< 50	50 100	100 150	150 200	200 250	250 500	500 1.000	1.000 2.500	2500 5.000	5.000 10.000	>10.000
<i>Eucalyptus globulus</i>	8%	12%	10%	9%	8%	20%	16%	10%	3%	3%	1%
<i>Eucalyptus nitens</i>	3%	6%	6%	7%	6%	23%	22%	18%	6%	3%	0%
<i>Pinus pinaster</i>	15%	13%	9%	6%	5%	14%	12%	12%	6%	4%	4%
<i>Pinus radiata</i>	5%	10%	10%	8%	8%	23%	20%	12%	4%	1%	0%
<i>Pinus sylvestris</i>	7%	6%	6%	6%	4%	18%	9%	17%	18%	8%	0%
Todas las especies Galicia	10%	11%	9%	8%	7%	19%	16%	12%	4%	3%	1%

Desde el punto de vista de la naturaleza del titular del aprovechamiento *Pinus pinaster* también presenta diferencias respecto a otras especies aprovechadas en Galicia: sólo supone el 18% del volumen aprovechado por propietarios particulares y, sin embargo, supone el 61% del volumen de corta de las Comunidades de Montes (xera 2018). Este resultado es aparentemente contradictorio con el anterior ya que, lo esperable es que, por su mayor base territorial, los aprovechamientos en Montes Vecinales fueran de mayor tamaño.

Analizando el reparto geográfico de las cortas de 2017, se aprecia que, además los aprovechamientos de *Pinus pinaster* vinieron muy condicionados por los incendios de Octubre de 2017 en el Sur de Pontevedra.

¹ Si bien es cierto que cada solicitud administrativa comprende una única parcela catastral y se puede dar el caso de que el aprovechamiento se lleve a cabo simultáneamente en parcelas colindantes, este hecho es igual para las distintas especies y se aprecia una distribución diferente.

Gráfico 4 Distribución municipal de las cortas de madera de *Pinus pinaster* en 2017

Con todos estos datos, a falta de un análisis más detallado que excede el objetivo de esta contribución, se aprecian las siguientes tendencias, que además estarían alineadas con la información analizada respecto al descenso de superficie y existencias:

- descenso paulatino en la contribución al volumen anual de aprovechamiento en Galicia,
- cortas basadas en lotes de muy pequeño tamaño con la consiguiente afección en costes de aprovechamiento y por tanto descenso de valor en pie,
- dependiente del aprovechamiento de las Comunidades de Montes
- volúmenes de corta con proporciones altas de madera quemada, siendo el incendio y no la silvicultura el desencadenador del aprovechamiento.

De ser cierto, el panorama que presenta *Pinus pinaster* en Galicia, antaño motor de la silvicultura y la industria forestal, se presenta acumulando buena parte de los riesgos que pueden conducirlo hacia la irrelevancia en términos económicos.

5. La industria y el mercado asociado a *Pinus pinaster* en Galicia.

De una manera muy simplificada, la madera de coníferas tiene como destino por un lado la industria basada en la desintegración (tableros y pasta de papel), las aplicaciones energéticas (pélets y bioenergía) y la transformación basada en el aserrado. El sector actual de madera aserrada de coníferas puede diferenciarse, a su vez, en dos tipos de productos: la madera aserrada para construcción y carpintería y la madera de envase y palets.

La crisis económica causada por la Gran Recesión global de 2008, supuso para España, entre otros problemas, especialmente el final de la llamada “burbuja inmobiliaria”, la crisis bancaria de 2012, el aumento del desempleo y fuertes descensos de consumo. La gran exposición de la industria de la madera al sector de la construcción, en el que una parte relevante de las empresas había basado su crecimiento en el decenio anterior, supuso un impacto intenso e inmediato de la crisis (PICOS 2015)

En España, entre 2008 y 2010, el consumo aparente de madera aserrada descendió un 33,8%, el de tableros un 40,7% y el de Papel y Cartón un 18,4%. Pese a que este enorme descenso del consumo provocado por la recesión, eleva el porcentaje de autoabastecimiento a cifras inéditas –según VIGNOTE et al (2010), en 2009 se alcanzó el 90%- la fabricación de productos se desmorona. Consecuentemente los Índices de Producción Industrial para los CNAE2009 16 y 31 (Industria de la Madera y

Fabricación de Muebles, respectivamente) se situaron en valores nunca alcanzados desde el comienzo de la serie estadística del INE. La madera aserrada para encofrado se derrumbó, y la caída en carpintería y mobiliarios arrastró a la industria del tablero.

Aunque, en términos macro, diez años después, la facturación del sector en Galicia se ha recuperado en gran medida, el sector resultante no es igual del que había en 2007.

Los subsectores del palet, envase, el embalaje y la tonelería de madera han repuntado de forma notable a partir de 2010; año en que otros sectores han continuado cayendo, debido a la crisis económica. Esta evolución deja patente que estos subsectores de la madera no dependen estrechamente de la actividad de la construcción, y están más bien ligados al comercio y, en concreto, a la exportación de mercancías.

El descenso de capacidad por el cierre de líneas, la mejora de las exportaciones y, posteriormente, la recuperación del consumo ha permitido al tablero mejorar en actividad y facturación. La pasta de papel, por estar desacoplada de la construcción y haber tenido siempre su mercado principal en el exterior, no solo no sufrió el impacto de la crisis, sino que algunos de sus segmentos experimentaron un crecimiento significativo. Aunque en Galicia no existen fábricas de pasta de papel que consuman madera de pino, la actividad de las del norte de Portugal se ha dejado sentir en las exportaciones de pino a Portugal que han llegado a ser cercanas al medio millón de metros cúbicos.

Este impacto asimétrico de la crisis y estos ritmos diferentes de recuperación, han tenido, debido a los distintos requerimientos de materia prima, una consecuencia directa en el mercado de la madera de pino y con ello en la selvicultura. La Tabla 7 intenta explicar de manera sintética este efecto. En un extremo de las evoluciones desfavorables, hasta el punto de la práctica desaparición del subsector en Galicia, tendríamos la industria de la Chapa y el Desenrollo. En el segmento del aserrado vemos un descenso en los requerimientos de madera más gruesa y de mayor calidad tecnológica y, por el contrario, un crecimiento acusado en aplicaciones destinadas a palets, y transformaciones basadas en “canter” que pueden trabajar con maderas de menores dimensiones y calidad tecnológica.

Tabla 7

Destino / Requisitos	Diámetro (cm)	Longitud (m)	Calidad	Tendencia últimos 7 años
Industria de la chapa				
Chapa a la plana	>40	2,6	A	↓↓↓↓
Desenrollo	>40	2,6	A-B	↓↓↓↓
Industria del aserrado				
Sierra (carpintería, construcción, etc)	>25	2,5	B	↓↓
Canter	>15 y <28	2,5	B	↑↑
Envases y palets	>15	2 - 2,5	C	↑↑↑
Industria de desintegración				
Tableros	>6	2 - 2,5	D	↑↑
Pasta celulosa	>6	2 - 2,5	D	↑↑↑
Industria energética				
Biomasa / pélets				↑

Estos efectos en la industria transformadora tienen implicaciones muy importantes en los aprovechamientos forestales y, consecuentemente, en la selvicultura, o para ser más precisos en los estímulos económicos para practicar una determinada selvicultura.

Al contrario de otros productos agrarios, la madera no es un producto perecedero, por lo que en el caso de que, en un cierto momento, no interese vender la madera en origen, no solo no se pierde la producción, sino que, en general, puede seguir aumentando. De este modo, el transformador presenta una demanda bastante rígida de madera, como consecuencia de su propia necesidad de producción. Esto llevaría, en teoría, a pensar que los selvícultores podrían regular los precios del mercado. Pero, salvo excepciones, la realidad no es así. La fragmentación de la oferta, y en algunos casos, su escasa profesionalización, dificulta el poder negociador más allá del recurso individual de lo esperado/deseado. Por otro lado, dado que los precios de los productos forestales están regidos por el mercado internacional, en escenarios de alta demanda/precio de producto y escasa oferta de materia prima local, se puede recurrir, a partir de una cierta cantidad crítica, a aprovisionarse mediante importaciones.

La industria del aserrado se encuentra en una posición clave al comienzo de la cadena de suministro y de transformación en el complejo y dinámico sistema que constituye la industria forestal. La madera destinada a aserrío es, salvo la pequeña

fracción destinada a chapa y desenrollo, la parte más valiosa de los árboles y, por lo tanto, a menudo las más interesantes desde el punto de vista de los silvicultores a la hora de vender madera. Por ello, su proporción en los lotes en venta, las exigencias de calidad tecnológicas de las industrias demandantes y los precios ofertados para su compra, son determinantes en la decisión de corta del propietario forestal, o incluso en la intensidad y persistencia de su gestión.

Cuando se dan precios bajos de la madera de sierra, normalmente otros destinos como el tablero, la pasta de papel y la bioenergía no pueden compensarlos. Entonces se suele dar la paradoja de que, en un contexto de precios bajos para la sierra, que a priori se entendería como un uso competidor, se dan problemas de suministro, e incluso incrementos de precio de materia prima, para industrias con baja demanda de calidad tecnológica. Si los precios de la sierra son bajos, los precios más altos de destinos menos exigentes no pueden compensarlos.

La Tabla 8 trata de ilustrar esta circunstancia con un ejemplo. Suponiendo un lote de 100 m³ de pinos de 1 m³ de volumen medio. En el Caso 1 se trata de un mercado donde existe demanda de madera de sierra de más de 30 cm de diámetro en punta delgada. Teniendo en cuenta las dimensiones de las trozas a obtener el reparto entre las tres clases de madera y los precios en pie descrito el valor del lote ascendería a 2.500 €.

En el Caso 2 se supone que no hay demanda de madera de Sierra (Carpintería) y por tanto el lote debe ser repartido entre los otros destinos. Normalmente en estos casos la tolerancia en cuanto a dimensiones para ambos destinos se modifica ligeramente, al poder aprovechar una parte de madera más gruesa. Sin cambio de precios unitarios, el propietario percibe un 25% menos por la venta.

En el Caso 3 con el fin de conseguir alcanzar un mayor precio por árbol, ambos destinos aumentan su precio unitario de compra (14 y 20%) en este caso aún el propietario percibe una bajada global del valor del lote de un 13%, dándose la paradoja de que aumentando el precio de compra las industrias que permanecen el propietario percibe un precio medio inferior.

Tabla 8 Ejemplo de Valoración de 100 m³ de madera de pinaster con clasificación y precio alternativos

	Destino	Diámetro en punta delgada (cm)	Volumen (m ³ cc)	Precio unitario (€/m ³)	Valor venta (€)	Incremento precio unitario (€)
CASO 1	Sierra (Carpintería, construcción)	> 30	26	40	1.040	
	Rolleta (canter, pallet)	20 - 30	54	22	1.188	
	Trituración	6 - 20	2	15	300	
Precio Venta del lote					2.528	
CASO 2	Rolleta (canter, pallet)	> 25	58	22	1.276	0%
	Trituración	6 - 25	42	15	630	0%
Precio Venta del lote					1.906	
Cambio precio venta respecto caso 1					-25%	
CASO 3	Rolleta (canter, pallet)	> 25	58	25	1450	14%
	Trituración	6 - 25	42	18	756	20%
Precio Venta del lote					2.206	
Cambio precio venta respecto caso 1					-13%	

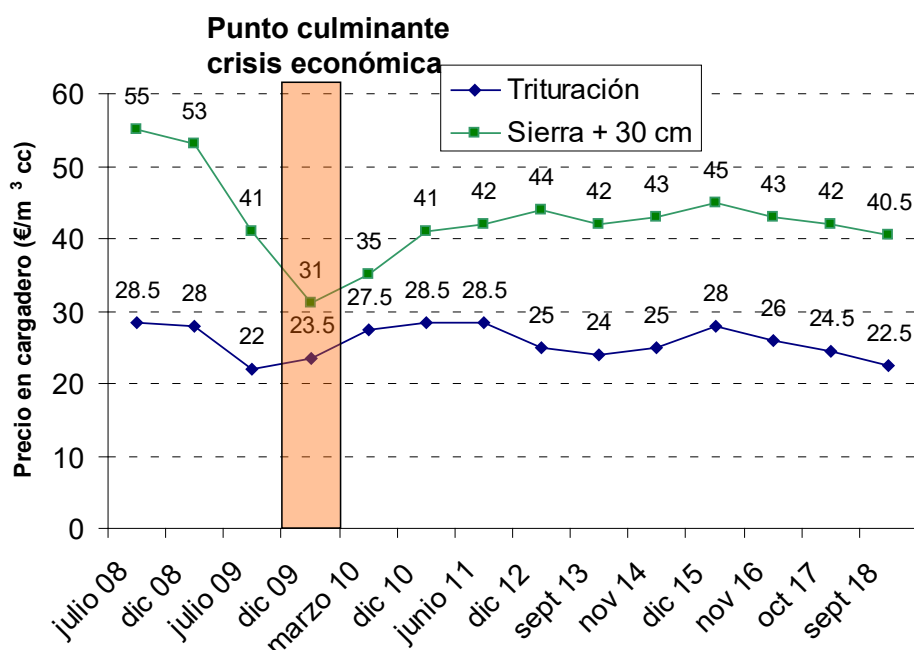
Por ello, una buena parte del aprovisionamiento de madera de menor exigencia tecnológica (principalmente la trituración) debe ser realizado de modo sinérgico con madera de más calidad. Además, una parte significativa de la industria de la trituración y la energía se aprovisiona de subproductos del sector del aserrado o de cortas intermedias de una selvicultura cuyo objetivo sea producir madera aserrable. Por ello, para que el mercado de la materia prima de madera funcione, es extremadamente importante que los aserraderos sean rentables y actúen como impulsores para el mercado de madera de menores exigencias tecnológicas.

La evolución del precio de la madera de pino en Galicia en los últimos 10 años se aprecia en la Gráfico 5, en que se han representado los datos que recopila la Asociación Forestal de Galicia en la revista O Monte (covel, 2019) y que corresponden a valores en cargadero de camión. Los precios en pie, que son los que habitualmente recibe el propietario forestal, se obtendrían de descontar unos costes de saca que pueden oscilar entre 15 y 18 €/m³cc.

De la figura se deduce de forma obvia que la bajada de precios ha afectado en especial a la madera de mayor grosor, cuyo precio cayó por debajo de la madera de eucalipto glóbulus para pasta. La recuperación posterior ha sido solo muy parcial, lo que ha desincentivado el interés por la plantación y la selvicultura del pino. Se aprecia igualmente que el precio

de la madera para tablero (o pélets) mantiene su precio, asegurando en general valores positivos del precio de la madera en pie para cortas intermedias.

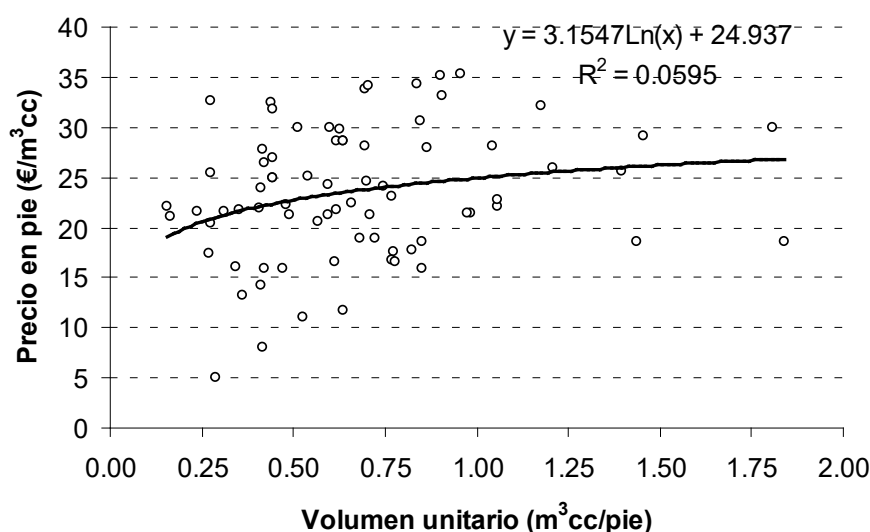
Gráfico 5 Evolución del precio de la madera de pino en Galicia



Si bien la publicación antes indicada incluye precios de madera para desarrollo y chapa, que llegan a alcanzar cifras de 110 €/m³cc para trozas de pino del país apta para chapa plana, la realidad de consumo industrial es muy reducida, ya que como se ha indicado, la crisis ha afectado especialmente a las pequeñas plantas que se dedicaban a esa actividad.

Otra fuente relevante de información son los resultados de las subastas públicas de madera en montes gestionados por la Administración autonómica. Se han recopilado las subastas con *Pinus pinaster* como especie principal y que tuvieron precio de adjudicación positivo, en el periodo 2014-2018, lo que arrojó un total de 75 valores correspondiendo a otros tantos lotes de corta. La relación entre el volumen unitario (m³cc/pie) y el precio de adjudicación (€/m³cc) se muestra en la figura. La relación ajustada tiene muy escasa precisión, dados los numerosos factores que condicionan los precios en pie adjudicados, pero en cualquier caso se aprecia que el precio no sube de una meseta en torno a los 35 €/m³cc, incluso para arbolado de gran dimensión.

Gráfico 6 Relación entre precio de adjudicación y volumen medio del árbol en subastas públicas de pino 2014-2018



Los precios indicados en el gráfico 6 corresponden a valores medios de lotes completos, refiriéndose a valores en pie y a volumen con corteza, por lo que deben compararse con cautela a los precios de rolla con distintos diámetros en punta delgada que aporta el gráfico 5.

Se concluye por lo tanto que las condiciones actuales del mercado no justifican aquellos tratamientos orientados a la obtención de madera podada y de elevado diámetro. Los tratamientos de poda que se están aplicando responden más a subvenciones orientadas a reducción de combustibilidad de las masas o al cumplimiento de los requisitos de reinversión de ingresos por las comunidades de montes vecinales en mano común (CMVMC) que establece la Xunta de Galicia.

6. La demanda futura de madera técnica destinada a la construcción

Todos los informes (véase por ej. research and markets 2015, haas-lensing, t. 2017 unece 2018 unece-fao 2018) apuntan a que el empleo de madera en el sector de la construcción tiene grandes posibilidades de desarrollo, no solo por las demandas del mercado sino por los esfuerzos facilitadores que los distintos gobiernos de los países más relevantes están aplicando. Los EWP (Engineered Wood Products - productos de madera técnica) por su capacidad de industrialización serán el segmento más beneficiado de esta evolución. Adicionalmente, en una transición hacia la bioeconomía otros subsectores como los basados en la producción de nuevos materiales plásticos o textiles a partir de fibra de madera, tendrán previsiblemente una muy favorable evolución futura. No obstante, las necesidades financieras y de investigación de este tipo de transformaciones son netamente mayores.

Los EWP se crean uniendo madera triturada o serrada con un adhesivo, con los procedimientos que permita expresar características mejoradas respecto a la madera maciza. Los productos de madera de ingeniería (EWP) permiten que elementos de construcción homogéneos y de rendimiento predecible estén hechos de madera de pequeñas dimensiones, a menudo de baja calidad. Los EWP, incluyen, entre otros, la madera laminada encolada (glulam), que permite construir grandes luces, mientras que la madera contralaminada (CLT -Cross Laminated Timber-) facilita la prefabricación de estructuras de muros portantes de varios pisos.

Los analistas pronostican que el mercado global de EWPs crecerá a una tasa compuesta anual del 26,5% durante el período 2016-2020 (research and markets 2015). La selección del material base no solo influye en la resistencia del EWP, sino también en la calidad de la superficie y, en otras propiedades como las aislantes.

Para la fabricación de CLT se necesita fundamentalmente madera de coníferas. La madera de frondosas tiene características como el mayor peso, la mayor heterogeneidad del suministro y el comportamiento en el encolado, que la hacen menos adecuada para la fabricación de este material. En Europa, para CLT se emplea madera aserrada estructural en forma de tablas de coníferas clasificadas estructuralmente: píceas (*Picea* spp.), pino (*Pinus* spp.), abeto (*Abies* spp.) o alerce (*Larix* spp.). La madera empleada debe estar seca y clasificada estructuralmente. Las clases resistentes habituales oscilan desde la C16 a la C24. Eventualmente se admite que un pequeño porcentaje de tablas por capa no cumplan la clasificación.

Normalmente se procede a un aserrado paralelo a la cara externa. Las tablas de cada capa o bien son enteras o bien se unen longitudinalmente mediante finger-joint. El espesor de las tablas de cada capa varía según cada fabricante, desde 10 hasta 45 mm. La anchura de tabla puede estar comprendida entre 60 y 240 mm, de forma que la ratio anchura / espesor, sea superior a 4. Se lleva a cabo además una evaluación visual de aspectos como la homogeneidad del crecimiento anual en rollos, la presencia de acebolladuras o fibra espiralada (helicoidal).

Pese a que es importante tener en cuenta la calidad de las trozas, es más importante aún considerar la calidad de las tablas que se obtengan de su aserrado. La proporción de tablas que cumplen los requerimientos estructurales obtenidas por troza es lo que conseguirá trasladar el valor obtenido en el mercado al precio de la madera en rollo, y repercutirlo al propietario forestal.

Los modelos de clasificación de trozas, si sus dimensiones y ausencia de defectos lo permite, posibilitaría destinar las primeras y segundas trozas a madera aserrada clasificable estructuralmente y destinar el resto de las trozas aserrables (y las tablas rechazadas) a usos no estructurales como los embalajes, dejando las trozas superiores de menor diámetro a la trituración.

Por todo lo anterior, parece existir una oportunidad de mercado para las próximas décadas en la producción de madera de coníferas con suficiente calidad tecnológica para ser utilizado en estos mercados emergentes, principalmente la construcción a base de CLT y otros EWP.

Se espera que la madera procedente de plantaciones suponga cada vez una mayor proporción del suministro mundial de madera, debido a las características de crecimiento y rendimiento, a la capacidad de mayor uniformidad de la madera producida y por la sensibilidad para una disminución de la presión productiva de determinadas masas naturales. Esta oportunidad será aún más significativas en aquellas zonas geográficas y con aquellos esquemas selvícolas que permitan un aporte más rápido de materia prima al mercado.

7. ¿Qué retos afronta la selvicultura del pino pinaster?

7.1. Mercado de la madera

La selvicultura del pino del país afronta por tanto retos muy condicionados por el mercado de la madera. El propietario no puede estar seguro de los niveles futuros de precios de la madera de distintas dimensiones y calidades y, por otra parte,

no ha habido iniciativas relevantes de organización de la oferta, similares a las protagonizadas por PROMAGAL en los eucaliptares del norte de Galicia. Tampoco resultan reseñables iniciativas desde el sector transformador de mejora de la demanda y fomento de la concentración de lotes mediante primas en el precio, de forma paralela a la situación en el mercado pastero.

7.2. Los montes vecinales y los montes de gestión pública

En la consecución de un recurso forestal de pino del país han tenido un protagonismo histórico los propietarios particulares y las CMVMC, pero el impacto de las iniciativas de la Administración ha sido muy relevante. A través de los convenios de gestión, que se fundamentaban en la ley de 1977 de Fomento de la Producción Forestal, la iniciativa pública ha promovido la repoblación de extensas superficies de *Pinus pinaster* en Galicia. Puede estimarse en unas 5000 ha/año la superficie repoblada con la especie en el periodo 1975 a 1985, que corresponde a la Administración del ICONA, con una reducción notable (unas 1200 ha/año) ya en el periodo 1985 a 1992, correspondiente a la administración autonómica (ÁLVAREZ ÁLVAREZ, 2004).

Si bien una parte relevante de esas repoblaciones estaban orientadas a replantar terrenos quemados, se comprende que el mantenimiento o aumento del recurso que indicaban los sucesivos inventarios forestales vienen en parte determinado por ellas. La gestión de las plantaciones y las productividades obtenidas en los convenios han sido criticadas, a la par que la capacidad inversora directa de la Administración se ha ido reduciendo. Sin embargo, el efecto de concentración de oferta de las subastas públicas ha resultado de enorme relevancia en la cadena forestal-madera.

En la situación actual, los convenios deben transformarse en aplicación de la ley de montes de Galicia 7/2012 en nuevos contratos de gestión, cuya finalidad principal no será la producción maderera, lo que previsiblemente reducirá la capacidad del sector público para dinamizar la selvicultura del pino. Queda por definir por tanto el papel de la Administración autonómica para asegurar que la actividad de producción maderera gallega mantenga su diversificación en cuanto a especies, asegurando de esa forma que los distintos sectores industriales puedan abastecerse, en particular el de aserrado.

En esas condiciones, asistimos en la actualidad a una reversión de la gestión de los montes de coníferas capitalizados a las propias CMVMC propietarias, que gestionan de forma directa o a través de empresas de servicios forestales. Las CMVMC existentes en Galicia (3312 MVMC, totalizando 664230 ha) presentan niveles variables de actividad y cumplimiento de requerimientos administrativos, aunque del orden de un 60% pueden considerarse montes activos (XUNTA DE GALICIA, 2019). Una buena parte de la superficie mejor gestionada de los pinares corresponden a este tipo de propiedad, que resulta por lo tanto clave en la evolución del recurso y en la capacidad de poner en el mercado madera que responda a las necesidades de mercado antes indicadas.

7.3. Sanidad

Los tradicionales problemas sanitarios endémicos que afectan a la especie han quedado eclipsados por las enfermedades de cuarentena que recientemente se han detectado, tanto *Fusarium circinatum* como, especialmente, el nematodo de la madera del pino (NMP). Ante la amenaza del NMP, las autoridades europeas imponen severos condicionantes de erradicación y control, que suponen limitaciones de los periodos de corta fuera de los plazos de vuelo del vector (de noviembre a marzo) y restricciones del transporte de madera cortada en la zona demarcada. Así, cabe siempre la opción de venta a industrias portuguesas (todo Portugal continental es zona demarcada), la madera de sierra debe consumirse dentro del área demarcada española y el puntal puede enviarse fuera de zona demarcada a industrias autorizadas, pero nunca en periodo de vuelo. Todo ello supone en general caídas en los precios de venta (COVELO, 2019).

Tras el primer foco en As Neves en 2010 y el segundo en Salvaterra de Miño en 2016, la enfermedad se ha extendido por el sur de la provincia de Pontevedra, con 7 nuevos focos en 2018, lo que ha supuesto una ampliación notable de la zona demarcada, de modo que casi 50000 ha de pinares en 23 concellos del sur de Pontevedra están ahora mismo afectados por medidas selvícolas extraordinarias, área que ha venido a coincidir con la que sufrió los peores efectos de los incendios de 2017.

Desde el punto de vista de las decisiones de gestión de los propietarios el margen de maniobra es reducido, ya que las actuaciones selvícolas vienen predeterminadas. Los agentes de la cadena forestal han demandado una estrategia coordinada de tareas y actuaciones de prevención entre el sector privado y público, en un marco en que se acepta que el nematodo ha llegado a los pinares gallegos para quedarse. Por estos motivos, quizás las opciones más esperanzadoras se centran en la posible catalogación de materiales genéticos aparentemente resistentes al NMP (<https://lourizan.xunta.gal>) o los ensayos de materiales de *Pinus taeda* u otras coníferas resistentes

7.4. Incendios

A la esperanzadora tendencia marcadamente decreciente en el número de incendios que se produce anualmente en Galicia (PLADIGA, 2019) deben añadirse los mayores riesgos de que se produzcan grandes incendios de elevada intensidad, derivados de las acumulaciones de combustible por el abandono del medio rural y al propio forzamiento climático antró-

pico, que ha alargado el periodo de riesgo progresivamente (Vega et al, 2018). La experiencia indica que montes con muy buen nivel de gestión han sido pasto de las llamas cuando las circunstancias meteorológicas son de riesgo muy elevado, con el consiguiente efecto desmotivador para aplicar selviculturas activas.

Y sin embargo, una selvicultura activa se requiere para reducir en lo posible la combustibilidad de los pinares. Aunque intervenciones a escala de paisaje pueden ser difíciles de conseguir mediante selvicultura, al corresponder a diferentes propiedades de las parcelas, es evidente que la estructura de los combustibles a nivel de rodal puede modificarse mediante la gestión. Una idea clara de la diversidad de estructuras de combustible y comportamiento previsible del fuego en pinares de esta especie se desprende de la fotoguía publicada por la Xunta de Galicia (ARELLANO et al, 2017). Se deduce de la misma que intervenciones como la poda baja, el control del matorral de subpiso o el manejo de la densidad del arbolado permitirían tender hacia comportamientos de fuego de superficie en muchas estaciones forestales.

Convendrá en este ámbito diseñar las actuaciones selvícolas de forma que supongan a la vez una inversión productiva y una reducción de la combustibilidad, rentabilizando las mismas mediante intervenciones de aprovechamiento en lugar de meras inversiones de mejora y asegurando una intermitencia razonable en el tiempo (evitando largos periodos sin intervención). La selvicultura preventiva no debe por lo tanto incrementar costes, sino derivar de las propias intervenciones selvícolas.

7.5. Mejora genética

Los desarrollos en mejora genética del pino del país de las últimas décadas suponen una oportunidad que en ocasiones no se ha valorado en su justa medida o ha pasado desapercibida en el sector forestal. El Programa de Mejora Genética que se ha desarrollado en el CIF Lourizán ha establecido el crecimiento, la rectitud del fuste, la calidad de la madera, la resistencia a enfermedades o la eficiencia en el uso de nutrientes como objetivos (ZAS Y MERLO, 2008; Bouffier et al, 2013), habiéndose obtenido recientemente esperanzadores avances en el estudio de resistencia de procedencias y familias al NMP (MENÉNDEZ-GUTIÉRREZ et al, 2017).

Actualmente se dispone de distintos materiales de base de la especie en el catálogo nacional, que permiten obtener materiales de reproducción de las categorías identificado, seleccionado (14 rodales selectos, totalizando 113 ha), cualificado (4 huertos semilleros, totalizando 13,4 ha) e incluso controlado (3 huertos semilleros, totalizando 18,4 ha). El empleo de estos materiales por los viveros es reducido, lo que sin duda está en línea con la escasa actividad repobladora con la especie. La normativa actual y la redacción de las líneas de ayudas públicas a la reforestación de la Administración autonómica condicionan al empleo de materiales autóctonos, aunque sería deseable que se empleasen siempre los de mayor categoría.

Resulta relevantes los esfuerzos recientes del CIF Lourizán en el ámbito del desarrollo y transferencia tecnológica en colaboración con empresas industriales (Finsa en particular), habiéndose establecido parcelas demostrativas que combinan la reforestación con material mejorado, la mejora en técnicas de establecimiento e instalación y una selvicultura adaptada a esos materiales, que supone intervenciones mucho más precoces de las que tradicionalmente se han considerado (<https://lourizan.xunta.gal>).

7.6. Aspectos tecnológicos

El acortamiento del turno suele ser, en general, perjudicial para determinadas propiedades de la madera, lo que lleva a un aumento de la proporción de madera juvenil. Este tipo de madera, caracterizada por su menor densidad, poca resistencia y mayor inestabilidad dimensional pueda formarse hasta casi 12 años (EIMIL, 2016) lo que podría comprometer algunas propiedades mecánicas de una parte significativa de la sección de las trozas. Si bien la norma de clasificación de madera estructural no considera este carácter de forma directa, la presencia de madera juvenil suele determinar curvaturas de canto y cara, que si se recogen como defectos en la norma.

Un aspecto clave para definir las opciones selvícolas razonables es analizar los defectos de la madera aserrada que condicionan su clasificación en las categorías ME-1 (madera estructural de coníferas de 1ª clase), ME-2 o rechazo. A partir de esta primera clasificación el código técnico de la edificación atribuye a la madera de *Pinus pinaster* una clase resistente C24 (ME-1) o C18 (ME-2).

Para evitar que una pieza aserrada se clasifique como de rechazo, la mayor relevancia se le otorga a la dimensión del nudo, que debe ser $\leq 1/2h$ (nudos de cara) o $\leq 2/3b$ (nudos de canto), aspecto que incide en que las podas deben realizarse de forma precoz y anticipándose a la formación de ramas muy gruesas. La importancia de la rectitud del fuste, de la regularidad de los diámetros o de la presencia de bolsas de resina se comprende considerando los límites para el rechazo de la tabla con finalidad estructural: $<1/5$ de la sección puede presentar madera de compresión, las bolsas de resina deben ser de <8 cm de largas y la desviación de fibra $<1:6$.

Los estudios que evalúan los efectos genéticos y fenotípicos sobre las características de la madera en *Pinus pinaster* han indicado que las características de la madera temprana son propensas al control genético, mientras que los componentes

de la madera tardía están más fuertemente influenciados por factores ambientales. Estos estudios también han indicado la alta heredabilidad de la densidad de la madera y la alta correlación genética entre la densidad de la madera y la densidad de la madera temprana lo que sugiere que los programas de mejora que incrementen la densidad de la madera temprana, el porcentaje de madera tardía, o ambos de estos rasgos, serían deseables (merlo et al 2014)

8. Propuestas para la selvicultura

8.1. Productos forestales madereros

La respuesta a todos los retos que debe afrontar la gestión de los pinares de pino del país no resulta sencilla, y tampoco se puede responder a todos ellos estrictamente desde el ámbito de la selvicultura. En cualquier caso, algunas líneas que parecen relevantes son:

- Centrar la selvicultura en las estaciones buenas de la especie, en particular cotas bajas (<400 m) con suelo moderadamente profundo (>60 cm) y pendientes moderadas que permitan una buena preparación del suelo y mantenimiento y aprovechamientos mecanizados
- Aprovechar la regeneración natural siempre que resulte indicado: montes con materiales genéticos locales y buenos fenotipos.
- Replantaciones siempre con planta mejorada genéticamente, haciendo uso de los materiales desarrollados por el propio programa gallego de Mejora genética forestal que desarrolla el CIF Lourizán y de materiales alternativos posibles, en particular los franceses.
- Reducir turnos de corta mediante uso de planta mejorada y de intervenciones precoces que dinamicen el desarrollo de los rodales, adelanten la consecución de aprovechamientos y supongan reducciones de la combustibilidad de los rodales.
- Ligar directamente mejora genética y selvícola, ya que a los materiales mejorados debe aplicárseles una gestión específica. De hecho, los efectos de la genética y la silvicultura pueden ser sinérgicos, representando una interacción de nivel de expresión de segundo orden entre el genotipo, estación y la selvicultura.

Los modelos selvícolas actualmente en vigor y aprobados por la Xunta de Galicia (ORDEN de 19 de mayo de 2014) no responden en general a todos estos aspectos. El modelo PP1 pretende maximizar la producción de madera de trituración, manteniendo densidades altas y aplicando turnos de 30 a 35 años. Por su parte, el PP2, considerando turnos de 35 a 50 años, busca que el precio obtenido por las rollas para chapa y madera limpia de aserrado rentabilicen unas mayores inversiones en podas y mayores plazos de espera para las cortas finales, situación dudosa en las actuales condiciones de mercado.

Una alternativa elaborada para buenas calidades de estación y con materiales que posibiliten una ganancia genética en crecimiento en área basimétrica del 10% podría ser la que se detalla a continuación.

Tabla 9. Propuesta de modelo selvícola para producción a turno corto de madera técnica y de trituración

Objetivo	Madera para trituración y madera técnica a turno corto
Calidades	IS > 16m (derivado de material mejorado y/o buenas estaciones)
Marco y densidades	Plantación a 1000 pies/ha (4 x 2,5m). Clareo precoz en regenerados naturales hasta llegar a esa densidad antes de los 5 años
Materiales	Mejorados genéticamente, categoría cualificado o controlado, de huertos semilleros
Mantenimiento	Realce a los 5 años podando ramas gruesas a < 1m de altura de fuste. Desbroces por calles años 1, 2, 5 y 20
Clara 1	A los 10 años. Semisistemática por calles. Extracción de 450 pies/ha, diámetro medio extraído = 12 cm (IS=16m), = 13 (IS=18m) Ve=21,5 m3cc/ha (IS=16m), Ve=27,6 m3cc/ha (IS=18m). Trituración de restos o aprovechamiento energético
Poda baja	A los 10 años, sobre los 550 pies/ha restantes hasta 2,6 m
Clara 2	A los 15 años. Fuerte. Extracción de 250 pies/ha. Diámetro medio extraído > 20,2 cm, V extraído > 48 m3cc/ha (58 m3cc / ha para IS=18m). Poda alta a 6 m de los mejores 100 pies/ha. Trituración de restos o aprovechamiento energético
Corta final	A turno de 25 años. 300 pies/ha. D medio > 36 cm, Volumen > 244,4 m3cc/ha (288 para IS=18m). Los volúmenes del árbol medio oscilarían entre 0,8 y 1 m3/árbol. Trituración de restos o aprovechamiento energético
Método de corta y producción	Corta a hecho, producción global > 314 m3/ha. Producción media global = 12,5 m3cc/ha año para IS=16 m, 15 m3cc/ha año para IS=18 m

Los cálculos proceden de aplicar el simulador PINASTER (RODRÍGUEZ SOALLEIRO et al, 1994) a calidades de estación de 16 y 18 m, con la modificación indicada de una mejora en el crecimiento en área basimétrica del 10%, lo que resulta modesto para los resultados que se han publicado sobre test de progenie del programa gallego de mejora genética. Debe considerarse que en áreas costeras de Galicia se dan calidades de hasta 21m, aunque solo en pequeños rodales.

Un esquema simplificado como este podría suponer ventajas de cara al propietario, que recibiría ingresos a los 10 (reducidos), 15 y 25 años, con inversiones restringidas en lo tocante a actuaciones selvícolas y maximizando las operaciones de aprovechamiento. Es evidente sin embargo que la proporción de madera juvenil que se produciría es importante, si se considera que a los 12 años el diámetro medio estaría ya en el entorno de los 20 cm, dependiendo de calidades de estación. Se comprende por tanto la necesidad de considerar parámetros de calidad de madera en los programas de mejora, como se ha indicado anteriormente.

En cualquier caso, el esquema podría suponer la producción de piezas aptas para la fabricación de diversos tipos de tableros o de piezas estructurales tipo CLT, clasificable en todo caso como madera técnica. Con el esquema se renuncia a producir diámetros gruesos o a mantener arbolado de edades maduras, lo que encaja peor con objetivos de producción complementaria de setas o de resina. El esquema propuesto se está ensayando ya en cierta medida por empresas industriales que combinan su actividad principal con el fomento de la gestión de los pinares.

El modelo planteado es similar en algunos aspectos a los esquemas de baja inversión ensayados en el proyecto FORRISK por Francia, España y Portugal. Resultados todavía por publicar indican que el acortamiento de turnos supone una reducción de los riesgos, debido a que el valor del arbolado en pie sujeto a riesgo de incendio, derribo por viento o problemas sanitarios es marcadamente inferior. En todo caso, debe considerarse que el manejo de densidad propuesto supone una escasa base de arbolado para selección progresiva, por lo que problemas de inclinaciones del tronco, curvaturas o bolsas de resina en áreas muy venteadas pueden reducir el margen para producir piezas aptas para aserrado como madera técnica.

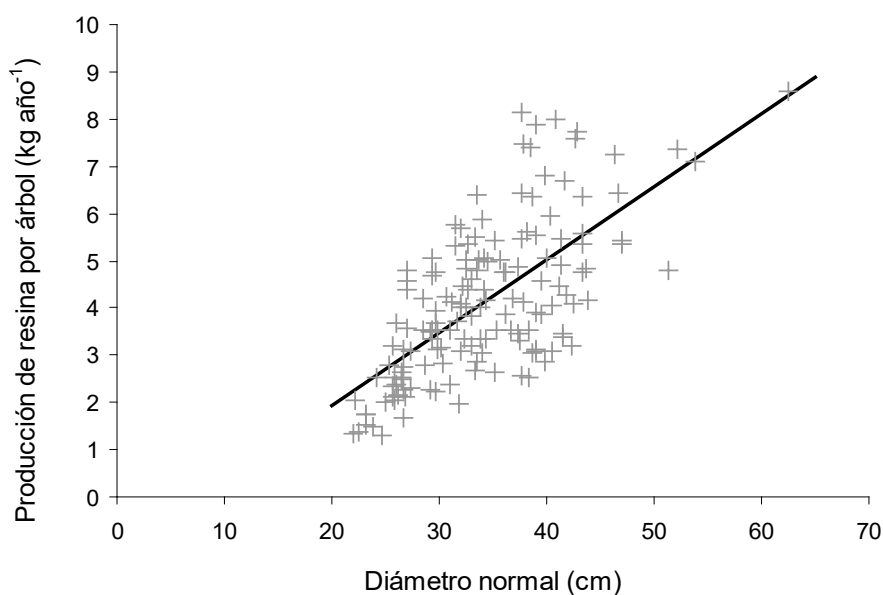
El posible aprovechamiento de biomasa vendría derivado de la extracción de restos de corta. Si bien en Francia se han planteado esquemas directos a turno de 10 años para producción de biomasa, las condiciones del mercado maderero-energético en España no permiten que tales esquemas se puedan rentabilizar, dado el reducido precio de la astilla de uso industrial en cargadero (6 a 16 €/m³cc).

8.2. Productos forestales no madereros

Una estrategia que parece relevante es incrementar los aprovechamientos de aquellos productos forestales no madereros (PFNM) que resulten compatibles con la producción principal maderera. En ese ámbito pueden citarse los aprovechamientos de pastos, a dinamizar en estaciones de reducida calidad para la producción maderera, los de setas o los de resina.

En los últimos años se han realizado interesantes investigaciones en el CIF Lourizán sobre las posibilidades de compatibilización del aprovechamiento resinero y el maderero, tendentes en general a resinar durante 3 campañas aquellos árboles que van a extraerse en corta final (MARTÍNEZ CHAMORRO et al, 2019). Los trabajos se han desarrollado en paralelo a un aumento de la actividad de resinación, todavía muy restringida, pero que ya cuenta con varios resineros que se han constituido en asociación (AREGA16).

Gráfico 7. Datos observados de producción de resina - diámetro del árbol y ajuste de un modelo de regresión lineal.



Los trabajos desarrollados demuestran de forma clara que la producción por árbol es muy dependiente del diámetro, como muestra el gráfico 7 para resinación en doble cara ancha de 16 cm y datos de 3 campañas sucesivas. Si bien se han propuesto esquemas con turno de 40 años y resinación de los árboles a extraer en 2ª clara y en corta final, una opción alternativa es resinar exclusivamente el arbolado a extraer en las cortas a hecho.

La aplicación de ese criterio en el esquema propuesto anteriormente para la calidad IS=16 supondría que entre los 22 y los 25 años se resinarían 300 pies/ha con un diámetro medio de apertura de 33 cm, lo que supondría una producción media de 3,9 kg/árbol año. En cualquier caso, esquemas de silvicultura tendentes a la consecución de mayores diámetros serían más acordes al aumento de producción en árboles de mayor dimensión.

La generalización de la resinación pasa sin embargo por necesidades adicionales de desarrollos que reduzcan los tiempos de trabajo de los resineros, ya que en condiciones atlánticas los requisitos de desbroce y las dificultades del remasado de la resina son mayores. Parte de esta problemática ha sido revisada por García Méijome et al (2019), que comparan los tiempos de trabajo para distintas técnicas de resinación.

Las opciones de producción de setas, tanto para consumo propio como para comercialización, resultan evidentes y han quedado recientemente reguladas por la Xunta de Galicia (Decreto 50/2014 de aprovechamientos forestales en montes de gestión privada). Se deduce de este documento que cualquier recogida con objeto comercial debe contar con autorización de la propiedad, a menudo la CMVMC y que la propiedad tiene el derecho de acotar superficies y gestionar los aprovechamientos que se produzcan. Los efectos del cambio climático han limitado la regularidad de las producciones micológicas. Por otro lado, estos aprovechamientos rara vez condicionan la gestión del monte, ya que los recolectores comerciales no tienen habitualmente la condición de comuneros propietarios.

Si la recogida condicionase la silvicultura aplicada, parece evidente que la prolongación de turnos evitando cortas a hecho serían las opciones más indicadas, si se considera que la producción de las especies de mayor relevancia económica (boletos del grupo *edulis*) es propia de pinares maduros (Rigueiro et al, 2007). El modelo selvícola que la Xunta ha definido para la producción multifuncional de hongos y madera es el PF1, que recomienda claras de intensidad baja o moderada y cortas por aclareo sucesivo.

9. Referencias

- Álvarez Álvarez, P. 2004. Viveros forestales y uso de planta en repoblación en Galicia. Tesis doctoral, inédito. Universidade de Santiago de Compostela. 277 pp.
- Arellano, S., Vega Hidalgo, J.A., Ruíz, A.D., Arellano, A., Álvarez, J.G., Vega, D.J., Pérez, E. 2017. Foto-guía de combustibles forestales de Galicia y comportamiento del fuego asociado. Xunta de Galicia. 244 pp.
- Bouffier, F., Raffin, A., Alía, R. Maritime pine – *Pinus pinaster* Ait. In: Mullin, T.J., Lee, S.J., 2013. Best practices for tree breeding in Europe. Skogforsk, 65-75
- Consellería do Medio Rural, 2019. Resolución do 28 de decembro de 2018, da Dirección Xeral de Gandaría, Agricultura e Industrias Agroalimentarias, pola que se declara no territorio da Comunidade Autónoma de Galicia a presenza de cinco novos positivos do organismo de corentena *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhrer) Nickle et al. (nematodo do piñeiro) e se ordena comezar as medidas para a súa erradicación. DOG Núm. 8. Venres, 11 de xaneiro de 2019. Páx. 1559.
- Covelo, X., 2019. Mercado da madeira en Galicia. O Monte, 61, 61-62.
- Eimil Fraga, C., 2016. Analysis of edaphic and ecophysiological parameters in relation to nutrient levels and growth of *Pinus pinaster* in acidic soils (Análises de parámetros edáficos e ecofisiolóxicos en relación aos niveis de nutrientes e o crecemento de *Pinus pinaster* en solos ácidos). PhD Thesis 28/06/16. Universidade de Santiago de Compostela. Dir.: Roque Rodríguez Soalleiro, Federico Sánchez Rodríguez, Esperanza Álvarez Rodríguez.
- FEARMAGA 2003 Análisis de la Posibilidad de las principales especies maderables gallegas. Noviembre 2003
- García Méijome, E., Martínez Chamorro, E., Martínez, E., Gómez García, E., 2019. Estudio para mejorar la productividad de miera con el sistema de resinación de pica de corteza en pinares atlánticos de *Pinus pinaster* Ait. En: Actas del XII Congreso de Economía Agraria. AEEA, 701-704
- Haas-Lensing, T. 2017 Softwood in Construction: Today and in the Future. Business Development HAAS Fertigbau. International Softwood Conference, Hamburg 2017.
- Merlo, E. Alvarez-Gonzalez. J.G., Santaclara, O., Riesco, G. 2014. Modelling modulus of elasticity of *Pinus pinaster* Ait. in northwestern Spain with standing tree acoustic measurements, tree, stand and site variables. Forest Systems (2014) 23(1): 153-166
- Martínez Chamorro, E., Riesco, G., García Méijome, A., Gómez, E., Rodríguez Soalleiro, R., 2019. Propuesta de modelo selvícola combinando producción de madera y resina en pinares atlánticos de *Pinus pinaster*. En: Actas del XII Congreso de Economía Agraria. AEEA, 709-712

- Menéndez-Gutiérrez, M., Alonso, M., Toval, G., Díaz, R. 2017. Variation in pinewood nematode susceptibility among *Pinus pinaster* Ait. provenances from the Iberian Peninsula and France. *Annals of Forest Science* 74:76. <https://doi.org/10.1007/s13595-017-0677-3>
- Picos, J. 2015. Industria forestal y mercado de la madera: navegando en la tormenta. En: Conferencias y Ponencias del 6º Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencias Forestales. ISSN: 1575-2410. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 39: 367-380 2015
- Picos, J., 2017. El contexto industrial de las repoblaciones productoras en la primera mitad del S.XX: El caso de Galicia. En *La Restauración forestal de España: 75 años de una ilusión* / coord. por Jesús Pemán García, Iñaki Iriarte Goñi, Francisco José Lario Leza, 2017, ISBN 978-84-491-1495-3, págs. 227-251
- Research and Markets. 2015. Global Engineered Wood Products Market 2016-2020.
- Rigueiro, A., Romero, R., Mosquera, M.R., Rodríguez Barreira, S. 2007. Aprovechamiento integral del monte arbolado en Galicia: la producción micológica. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 22: 151-154
- Rodríguez Soalleiro, R., Álvarez González J.G., Vega Alonso G., 1994. Simulación del crecimiento y producción de masas forestales regulares de *Pinus pinaster* Ait en Galicia. Guía para el manejo del programa PINASTER. Publicaciones de la Consellería de Agricultura, Ganadería y Montes. Xunta de Galicia. 40 pp
- UNECE-FAO 2018 Forest Products Annual Market Review, 2017-2018. ECE/TIM/SP/46. United Nations Publications eISBN 978-92-1-047350-7
- UNECE 2018 Trends and Prospects UNECE Committee on Forests and the Forest Industry October 2018
- Vega Hidalgo, J.A., Fernández, C., Jiménez, E., Arellano, S., Ruiz, A.D., 2018. Cambio climático e incendios forestais en galicia: un reto que esixe resposta. Ciclo: Unha nova xeración de lumes? Coloquio galaico-portugués sobre incendios forestais. www.consellodacultura.gal
- Vignote, S; Ambrosio, Y.; Martínez, I; González, V.; 2010. Análisis de la evolución del mercado de la madera en España y perspectivas de desarrollo. *Boletín AITIM* nº 268 p. 66-73
- XERA. 2018. La Cadena Forestal - Madera en Galicia 2017. Axencia Galega da Industria Forestal. Consellería de Economía e Industria. Universidade de Vigo. J. Picos (coord.). 54 p.
- Xunta de Galicia, 2019. Anuario de estadística forestal galega 2018. Consellería de Medio Rural, 91 pp.
- Zas, R., Merlo, E. 2008. El programa de mejora genética de *Pinus pinaster* en Galicia. *Boletín del CIDEU* (2008) 6-7: 5-24.





5.- EL PINO NEGRAL EN CASTILLA Y LEÓN: UNA PANORÁMICA

Fco. Javier Ezquerra Boticario
Dr. Ingeniero de Montes
Jefe del Servicio de Restauración y Gestión Forestal, Junta de Castilla y León

El pino negral o resinero (*Pinus pinaster*) ocupa en Castilla y León del orden de 360.000 ha, tanto en masas puras como mixtas con dominancia de esta especie, constituyendo una de las formaciones más significativas de sus paisajes, especialmente en las denominadas tradicionalmente “tierras de pinares”; la mayor parte se corresponden con masas naturales y una parte minoritaria (81.000 ha) con repoblaciones de los siglos XX y XXI (López Leiva *et al.*, 2009). Una parte no despreciable de esta superficie, cerca de 90.000 ha, mantiene espesuras defectivas, inferiores al 50%.

Aunque dominan las formaciones puras, existe una representación nada despreciable de diversos tipos de mezclas, fundamentalmente con *P.pinea* (62.000 ha), con *P.sylvestris* (47.000 ha) o con diversas frondosas (*Quercus ilex*, *Q.faginea* o *Q.pyrenaica*: 88.000 ha), así como en repoblaciones mixtas de varias especies (más de 50.000 ha). Del orden de dos terceras partes de la superficie total se encuentran en montes de utilidad pública, cogestionados por la administración autonómica junto con las entidades locales propietarias, mientras que el otro tercio se reparte entre otros montes públicos de libre disposición y montes privados.

Todas las provincias cuentan con representaciones de la especie, en mayor o menor grado. Dentro de las masas naturales destacan macizos forestales relevantes como la Sierra del Teleno (León), sobre cuarcitas armoricanas; las tierras de pinares de la zona central de la cuenca del Duero sobre las llanuras arenosas de Valladolid, Segovia y la Moraña abulense; también en Ávila, los valles del Tiétar y del Alberche; la vertiente salmantina de la sierra de Gata; las tierras pinariegas soriano-burgalesas que se extienden desde Almazán hasta Huerta del Rey; y en el norte burgalés otras interesantes manifestaciones como las de la Sierra de la Tesla. Además la actividad repobladora, más allá de incidir en estos mismos núcleos, ha establecido otros tan señeros como en la Sierra de la Culebra y Aliste en Zamora, El Bierzo, la Cepeda leonesa o los páramos detríticos de León y Palencia. Por provincias, Segovia es la que mayor entidad superficial alberga (cerca de las 100.000 ha), seguida por Ávila y Soria (del orden de 50.000 ha cada una).

1.- El marco de conservación

Siendo un tipo de bosque tan ampliamente representado, y dado su carácter de hábitat de interés comunitario (9540), tiene una representación relevante en la Red Natura 2000 de Castilla y León (Escudero *et al.*, 2008). De hecho, el 32% de la superficie de pinar resinero de la Comunidad se encuentra en espacios protegidos (Red natura 2000 y Red de Espacios Naturales de Castilla y León).

El hábitat en que se inscriben sus formaciones (en el que también se incluyen los pinares de *P.pinea*) está distribuido en 56.000 ha en 28 ZEC en las que en pocos casos es la formación dominante (caso de “Lagunas de Cantalejo”), y pudiendo des-

tacarse por su relevancia ecológica las siguientes “El Rebollar”, “Valles del Voltoya y el Zorita”, “Humedales de los Arenales”, “Montes Aquilanos y Sierra del Teleno”, “Valle del Tiétar”, “Valle de Iruelas”, “Pinares del Bajo Alberche” y “Sierra de la Tesla-Valdivieso”. Las formaciones de estas últimas cuatro ZEC están consideradas como con un valor de conservación esencial a escala regional para el hábitat por el Plan Director de la Red Natura 2000 en Castilla y León (Orden FYM/775/2015, de 15 de septiembre, por la que se aprueban los Planes Básicos de Gestión y Conservación de la Red Natura 2000 en la Comunidad de Castilla y León). Dicho plan asigna al hábitat 9540 un estado de conservación regional “favorable” y una tendencia general a su mejoría (se puede acceder al Plan de básico de gestión y conservación del hábitat 9540 en la dirección https://medioambiente.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1284375771993/_/_/_). El hábitat es de singular relevancia para la conservación de algunas especies amenazadas, siendo los casos más señeros los de la cigüeña negra y el águila imperial, habiéndose asistido recientemente a una llamativa expansión de esta última precisamente en los pinares intensamente gestionados del centro de la meseta (Rojo *et al.*, 2013).

El objetivo de conservación general que se define para el hábitat, al que el Plan atribuye una prioridad de conservación “alta”, es mantener su representación en Castilla y León, conservando y mejorando su estructura y funciones. Para ello se plantean una serie de estrategias de gestión compatibles y coherentes con una gestión forestal sostenible, entre las que se incluyen: mantener la estructura de los distintos subtipos de hábitat; aprobar instrumentos de planificación forestal que aseguren la mejora y perpetuación de estos bosques compatibles, en su caso, con su aprovechamiento ordenado contribuyendo a diversificar estructuralmente la masa y preservando árboles extracortables y madera muerta; minimizar los riesgos de disminución de su área por incendios; o actuar sobre las masas en las que la ausencia de gestión forestal ha producido un deterioro significativo en la estructura o funciones del hábitat (incremento exagerado de biomasa, densidad excesiva, pérdida de biodiversidad y/o ausencia de desarrollo adecuado).

2.- Aprovechamiento y gestión forestal

También desde el punto de vista del aprovechamiento forestal es el pino negral una de las principales especies de Castilla y León. Si durante la mayor parte del siglo XX su esquilmo preponderante fue la resina, ésta se dejó de extraer en la mayor parte de los pinares en el periodo 1980-1990, implicando cambios profundos en las formas de gestión. Su importancia fue tal que condicionó de una forma casi absoluta la ordenación y la selvicultura de los pinares, y motivó una extensión de la especie hacia áreas que en algunos casos no representaban estaciones suficientemente adecuadas para su pervivencia a largo plazo. El aprovechamiento de madera nunca ha dejado de ser importante, y ha cobrado nuevos bríos recientemente por una coyuntura de mercado tensionada por las nuevas demandas de biomasa y de producciones con maderas de pequeñas dimensiones o de baja calidad (palet y tableros), pero las últimas décadas vienen marcadas por otros dos hechos relevantes: el nuevo auge de la resinación y la relevancia de la producción micológica (fundamentalmente níscales y boletos), en muchas zonas fortalecida por su relevancia turística. El incremento en las posibilidades de aprovechamiento cinegético motivado por la expansión generalizada del corzo, también ha de ser tomado en consideración.

La superficie ordenada, que cuenta con algún instrumento de ordenación forestal, se eleva a 200.000 ha, del orden del 60% de la total, un porcentaje que asciende al 70% total si consideramos solo la superficie integrada en montes catalogados. Las condiciones de explotación son mayoritariamente fáciles o muy fáciles, habida cuenta de la gran extensión que ocupan las masas en zonas llanas o de pendiente moderada, pero cerca de un 20% presentan condiciones difíciles o muy difíciles (entre ellas sobre todo las representaciones del norte de Burgos y del sur de Ávila).

De acuerdo con el estudio de Bengoa *et al.* (2017), que considera los datos de *P. pinaster* conjuntos con *P. radiata* (lo que introduce una distorsión al alza a pesar de la exigua superficie de éste, que se estima en unas 12.000 ha), la superficie disponible para el aprovechamiento de su madera asciende a 317.000 ha, con un crecimiento anual de 1,4 millones de metros cúbicos; y la tasa de capitalización arroja un volumen unitario medio de 109 m³/ha, con más de 100.000 ha por debajo de los 50 y apenas 40.000 por encima de los 200. Estas cifras, que en última instancia tienen su origen en el Tercer Inventario Forestal Nacional, han de ser matizadas al tratarse las masas de esta especie de unas de las más castigadas por los incendios forestales: solo entre 2003 y 2012 ardieron casi 20.000 ha, de las cuales la mitad la constituían fustales y latizales, normalmente en explotación. Sólo esto supone una merma de unos 100.000 m³ anuales respecto de las estimaciones de producción o crecimiento previas.

El volumen actual de cortas (media del periodo 2015-2018) se eleva a 740.000 m³ anuales, con tendencia globalmente creciente, de los que el 64% proviene de masas gestionadas por la administración autonómica, casi medio millón de metros cúbicos. Además del predominio de estos montes públicos, debe hacerse notar el incremento que han experimentado en los últimos años las cortas de montes en régimen privado, que se han triplicado en la última década, seguramente impulsadas por los nuevos mercados de aprovechamiento de biomasa y la puesta en explotación de repoblaciones previas. Estas cifras suponen un horizonte ligeramente superior al 50% del crecimiento, y deben considerarse como adecuadas o ligeramente elevadas teniendo en cuenta el reciente marco de pérdida de superficie en producción por incendios.

3.- Los principales retos y amenazas

Las masas de pino negral de Castilla y León se enfrentan a horizontes de cambios, con un grado considerable de incertidumbre. A lo largo de las colaboraciones que siguen a esta se presentan con detalle diversos casos de estudio que ejemplifican la naturaleza de los retos a los que la gestión forestal se enfrenta. En estas líneas solo se van apuntar de forma somera sus principales rasgos.

Las amenazas para la persistencia de las masas que conocemos hoy son ciertas y en algunos casos evidentes, aunque no así en otros. Sobre todas ellas, pero muy especialmente en las del oeste y suroeste se yerguen las dos principales, ambas ligadas de uno u otro modo a la acción humana: el nematodo del pino y el riesgo de incendios forestales. Las casi 12.000 ha de pinar arrasadas en un único incendio en la Sierra del Teleno en 2012 o una superficie equivalente quemada en varios siniestros de la última década en el valle del Tiétar, hablan bien a las claras de la magnitud de esta amenaza. Menos conocida resulta la que supone la potencial expansión del *Bursaphelenchus*, amenaza que se liga a la anterior desde que conocemos la excepcional atracción que representan los pinares recién quemados para su principal vector, el *Monochamus galloprovincialis*.

Aún menos evidente, pero cada vez menos, resulta el decaimiento generalizado a que se enfrentan los pinares que ocupan las llanuras arenosas del centro de la meseta, especialmente en la provincia de Valladolid, donde a los problemas acuciantes de regeneración se unen daños cada vez más palpables en términos de defoliaciones y pinos secos, tal vez la punta de iceberg de un problema con nexos claros con el cambio climático.

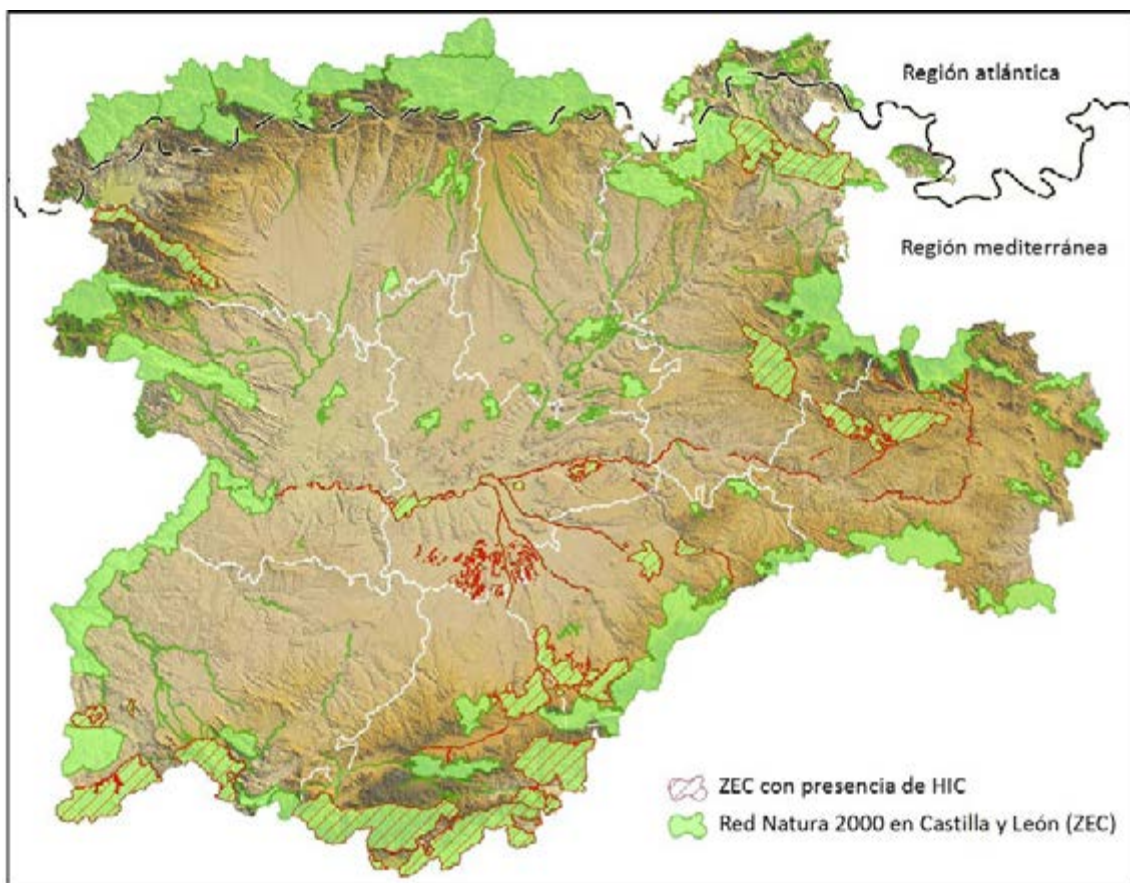
En el resto de poblaciones la evolución está sometida a riesgos de menor calado, aunque la pujanza de las frondosas en algunos enclaves productivos de las sierras sorianas y sobre todo burgalesas puede suponer problemas en la regeneración. En sentido contrario al indicado en el párrafo anterior, en estas estaciones el cambio climático puede jugar a favor de la especie, favoreciendo selectivamente su regeneración en cotas altas frente a la de *P.sylvestris*, cuestión que ya se comienza a apreciar en los últimos años.

En el campo de las oportunidades, la demanda de madera y biomasa de la especie va en aumento, y el creciente también mercado de la resina abre nuevas posibilidades. Los precios actuales de la madera de baja calidad y pequeñas dimensiones con destino energético directo (eléctrico), de fabricación de pellets o de piezas de pequeñas dimensiones para embalaje y pallet o incluso de pasta de papel comporta un marco favorable para el desarrollo y la autofinanciación de las primeras intervenciones selvícolas en masas jóvenes. En ese orden de cosas, las primeras repoblaciones financiadas por los fondos FEADER hace ya camino de treinta años tienen una oportunidad inmediata. La resinación podrá mantenerse como una herramienta más de sostenibilidad si el trabajo del resinero mantiene a su vez la sostenibilidad socioeconómica que hoy peligras, un hecho en que tendrán mucho que decir la mejora genética que empieza a ver sus primeros frutos y los nuevos métodos de pastas estimulantes y sistemas de taladro que permitan mejorar la calidad y la productividad y que se están ensayando ya.

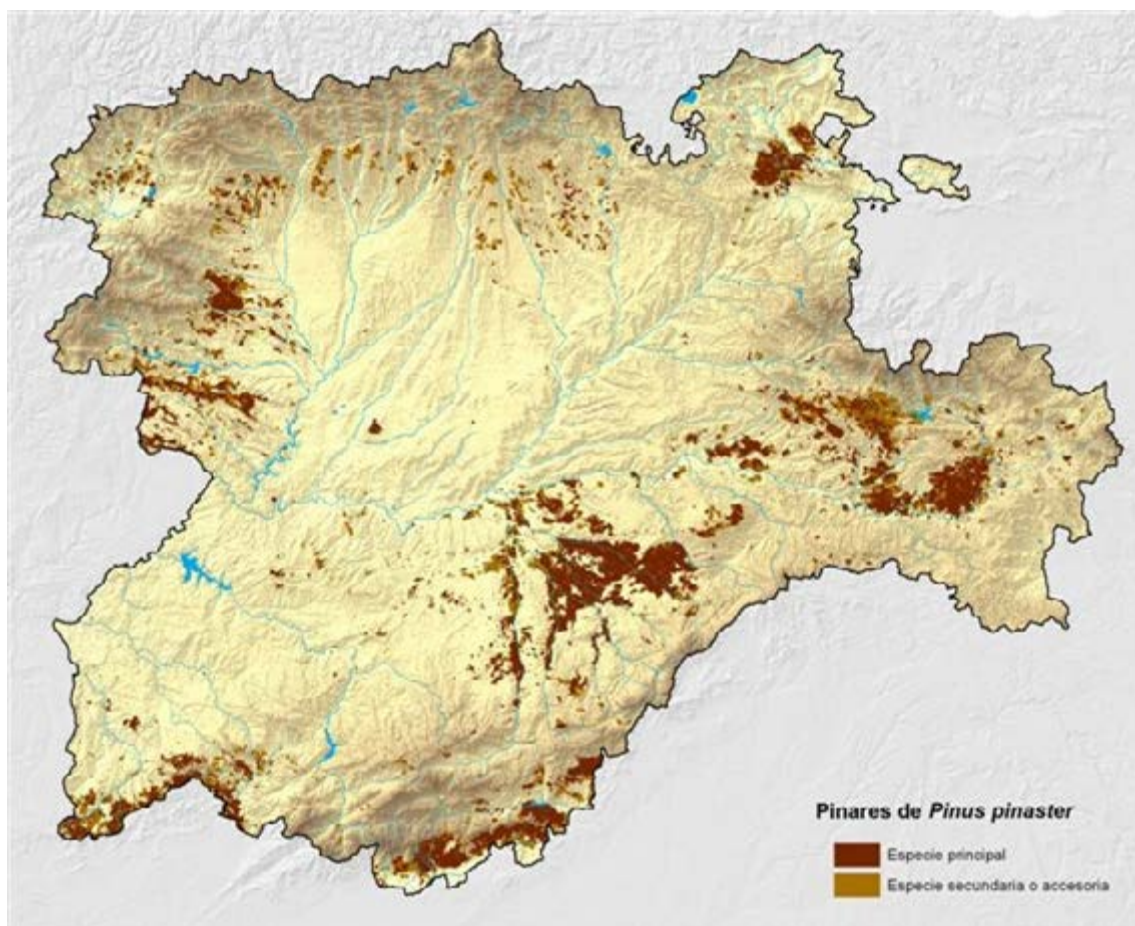
Con todo, la revalorización de la madera gruesa de buena calidad es una de las asignaturas pendientes, necesaria por cuanto comportaría de valor a las producciones procedentes de los estados más maduros del bosque, alineando el aprovechamiento económico con la conservación de otros valores. Para ello será fundamental contar con una adecuada caracterización de resistencia que permita reubicar las mejores piezas en el ámbito estructural de la construcción, seguramente como parte de madera tecnificada. Para ello deberán satisfacerse nuevas reglamentaciones, como el Código Técnico de la Edificación "Documento básico SE-M – Seguridad estructural – Estructuras de madera", y la directiva de productos de la construcción, con el Marcado CE. Por ello desde la Junta de Castilla y León se está trabajando con la Fundación Cesefor, habiéndose definido y caracterizado dos clases resistentes (C20y C24) en las principales provincias pinariegas.

4.- Referencias

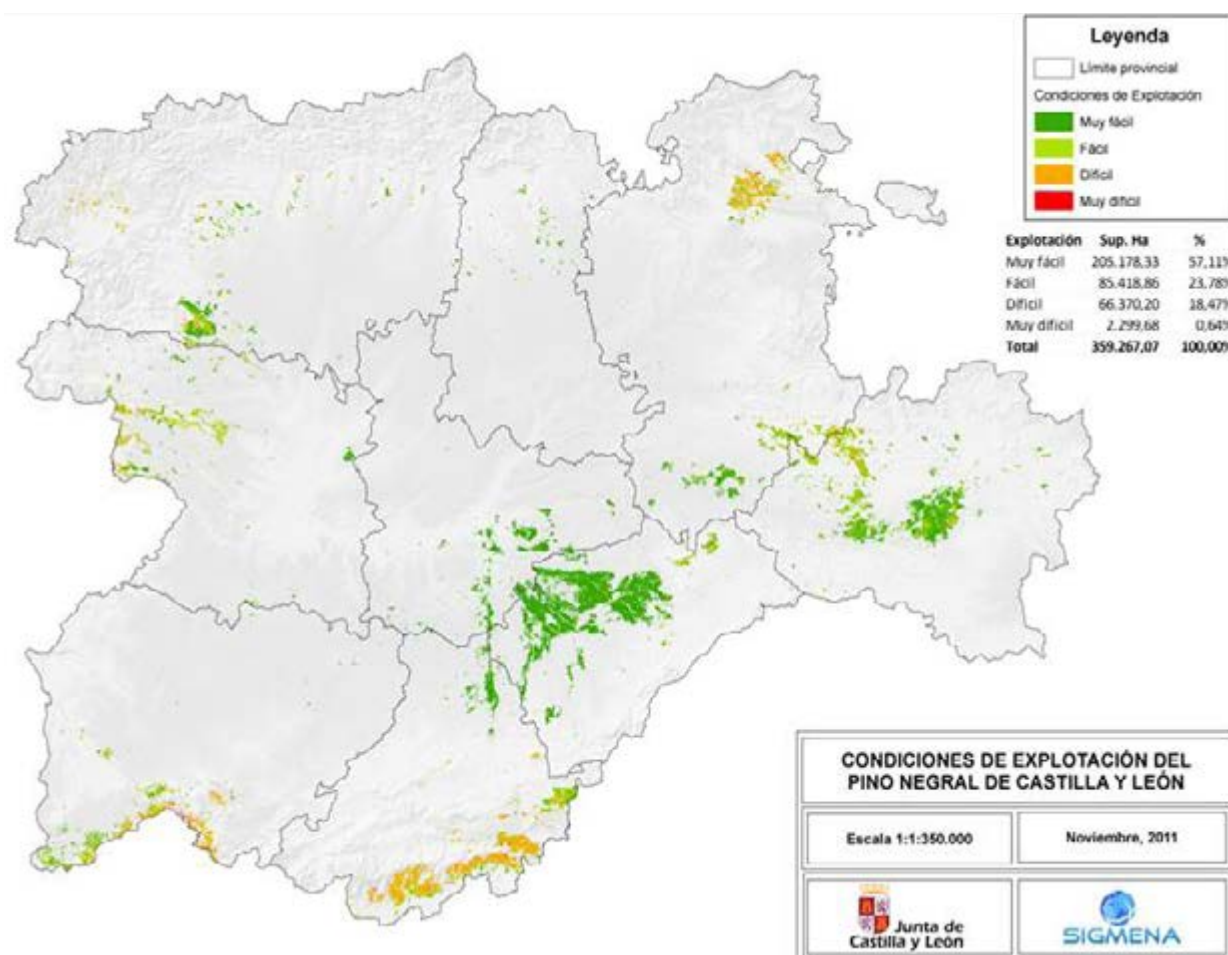
- Bengoa, J.L., Espinosa, J.R. y Ezquerro, F.J. 2017. Crecimiento de las masas forestales en Castilla y León: una aproximación a las potencialidades de aprovechamiento. Actas del 7º Congreso Forestal Español, Plasencia. 7CFE01-098
- Escudero Alcántara, A., Olano Mendoza, J.M., García Camacho, R., Bariego Hernández, P., Molina Martín, C., Arranz Sanz, J.A., Molina García, J.I., Ezquerro Boticario, F.J. 2008. Guía básica para la interpretación de los hábitats de interés comunitario en Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Castilla y León. Valladolid. 432 p.
- López Leiva, C.; Espinosa Rincón, J. y Bengoa Mtz. de Mandojana, J. 2009. Mapa de vegetación de Castilla y León. Síntesis 1:400.000. Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente
- Rojo, L.I., Gordo, F.J., Ezquerro, F.J., Azcarate, J.M. 2013. Colonización por el águila imperial ibérica (*Aquila adalberti* Brehm) de montes intensamente gestionados en la provincia de Valladolid. Actas del 6º Congreso Forestal Español. Vitoria.



ZEC (rayado diagonal) con presencia del hábitat 9540 en Castilla y León



Distribución de *Pinus pinaster* en Castilla y León

Distribución de *Pinus pinaster* según condiciones de explotaciónCorzos en repoblación de *P. pinaster* en Marriondo, comarca de la Cepeda (León)



Rodal en regeneración tras corta en el piedemonte del sistema ibérico burgalés, en Huerta del Rey.



Rodal en regeneración en el piedemonte del sistema ibérico burgalés

PINUS PINASTER EN LA VERTIENTE CANTÁBRICA BURGALESA (VALLE DE MENA)

Froilán Sevilla Martínez
Dr. Ingeniero de Montes
Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos

La especie *Pinus pinaster* se extiende en el Valle de Mena por una superficie de 7,2 ha en rodales puros, en unas 20 ha en rodales mixtos y aproximadamente en una centena de hectáreas donde está presente de forma esporádica.

Aunque en general se asume que *Pinus pinaster* no es una especie autóctona del Valle de Mena, y de hecho la gran mayoría de sus manifestaciones proceden de repoblaciones forestales efectuadas el último medio siglo, también existen unos pocos ejemplares de origen espontáneo. Se trata sobre todo de viejos pinos que colonizaron el extremo oriental del valle en torno a la mitad del siglo XX, en un momento en que estaba mucho más deforestado que en la actualidad. No se conoce si el origen de esos pinos era local o procedente de otras zonas próximas de Burgos o el País Vasco.

A partir de esos pinos colonizadores existen algunos individuos de una generación más joven, pero son muy pocos porque en el momento crítico, cuando existían grandes extensiones de pastizales que de repente quedaron sin apenas aprovechamiento debido a la emigración masiva a las ciudades de mediados del siglo pasado, apenas había fuente de semilla de *Pinus pinaster*.

Cuando tras el fin del sistema agrario tradicional los bosques cubrieron el Valle de Mena con rapidez, las opciones para instalarse posteriormente del heliófilo *Pinus pinaster* han sido muy escasas, y de ahí su exigua distribución actual en cuanto a ejemplares espontáneos.



Ilustración 1. Ejemplar de *Pinus pinaster* de aspecto espontáneo.

Zona que, como muchas otras en el Valle de Mena, es ahora boscosa pero hace 70 años eran pastizales, que se cubrieron de árboles con el abandono del intenso aprovechamiento ganadero previo. Tras una fase inicial en la que los pastos se embastecieron, con enebros y otros arbustos, la colonización arbórea fue realizada sobre todo por pino silvestre y quejigo, pero también logró establecerse algún *Pinus pinaster* como el que destaca, con un porte tortuoso, a la derecha de la imagen (La Abadía, Burgos).

El Valle de Mena es, junto con otros puntos de la periferia de Castilla y León fuera de la cuenca del Duero (El Bierzo, Tiétar), uno de los lugares más productivos en cuanto a la vegetación forestal. Tradicionalmente en Mena se han efectuado, en su parte baja, repoblaciones con *Pinus radiata*. Recientemente también con *Eucalyptus nitens*, casi exclusivamente en fincas particulares.

En los últimos años se ha asistido en toda la vertiente cantábrica a una proliferación de enfermedades fúngicas foliares (bandas marrón -*Lecanosticta acicola*- y roja -*Dothistroma pini*, *D. septosporum*-) que han afectado severamente a *Pinus radiata*, hasta el punto de que se está cuestionando su rentabilidad y muchos propietarios particulares, y también en diferentes grados las administraciones gestoras de los montes públicos, lo han dejado de plantar.

En concreto, en los montes catalogados del Valle de Mena ya no se planta *Pinus radiata* desde hace aproximadamente una década, sobre todo por los riesgos de sufrir grandes daños por diversas plagas y enfermedades, y en el contexto de una gestión que precise menos inversiones que la anteriormente practicada.

En estas circunstancias, en estaciones de baja calidad *Pinus pinaster* adquiere un papel relevante como alternativa a las clásicas repoblaciones con *Pinus radiata*; sobre todo las solanas cuyo suelo ha sido dañado por incendios forestales, donde se ha comprobado que las especies alternativas que se usan habitualmente en la zona o no se desarrollan adecuadamente (*Pseudotsuga menziesii*, *Quercus petraea*, *Quercus robur* y otras frondosas) o están sometidas a riesgos semejantes a los de *Pinus radiata* (el caso de *Pinus nigra*, que es muy sensible tanto a los hongos foliares como a la procesionaria).

En los suelos de menor capacidad de retención de agua también *Pinus pinaster* resulta una buena opción, de los árboles mencionados es el menos exigente en calidad de estación.



Ilustración 2. En un rodal dominado por *Pinus radiata*, extensamente defoliado por *Thaumetopoea pityocampa*.

En el centro de la imagen destaca un vigoroso ejemplar de *Pinus pinaster*, aparentemente no afectado y bien conformado. Es relativamente habitual que cuando se seleccionan pies de porvenir en estos pinares se escoja *Pinus pinaster* con preferencia a pesar de su exigua representación, debido, además de a su mayor resistencia mostrada frente a plagas y enfermedades, a una mejor conformación, lo que seguramente deriva de lo anterior. En los rodales más afectados por la procesionaria, el crecimiento de *Pinus pinaster* se asemeja al de *Pinus radiata* (Ribota, Burgos).

Como en la elección de especie siempre existen ventajas e inconvenientes, y se han descrito las primeras, se hace preciso al menos mencionar algunos de los segundos. En primer lugar, aunque el crecimiento de *Pinus pinaster* es muy bueno en el Valle de Mena, no es tan rápido en general como el de *Pinus radiata*; la seguridad frente a patógenos compensa, creo que sobradamente, este menor crecimiento.

Otra cuestión es que una de las ventajas "históricas" de *Pinus pinaster*, como es su elevada producción de resina, supone en las condiciones actuales de proliferación de ungulados silvestres un problema; *Pinus pinaster* es usado con preferencia frente a otros árboles para el escodado, precisamente por sus abundantes exudaciones resinosas; también para rascarse los jabalíes, aunque en este caso la afección es más puntual, dado que se concentra sobre unos pocos pies, normalmente cerca de los bañaderos.

Otro inconveniente es que, entre todas las especies que habitualmente se utilizan en la zona en repoblaciones, *Pinus pinaster* es la que peor y más lentamente elimina el matorral pirófito, que también es heliófilo, sobre el que se efectúan la

mayor parte de las plantaciones, de forma que se prolonga el riesgo elevado de incendios; para algún objetivo muy concreto, en el que se pretenda mantener el matorral del subpiso (por ejemplo como refugio), esto puede valorarse positivamente, sobre todo donde la incidencia de incendios es baja.

Las ramas de *Pinus pinaster* son poco flexibles, al menos en relación a las de *Pinus radiata*, lo que provoca mayores daños con ocasión de las nevadas pesadas, que son frecuentes en la zona; también *Pinus pinaster* es relativamente proclive al desarraigo. Por último, algo que no es en sí un inconveniente sino todo lo contrario pero que es preciso valorar adecuadamente para evitar errores del pasado: tanto el porte como otros atributos de *Pinus pinaster* son sumamente dependientes de su procedencia; en el Valle de Mena han dado buen resultado, en cuanto a rectitud de fuste y buen crecimiento, procedencias gallegas y de Las Landas, mientras que en otras zonas del norte de Burgos las repoblaciones efectuadas con origen de las semillas en la comarca de Oña han dado lugar a portes tortuosos especialmente dañados por la nieve.

En definitiva, en la vertiente cantábrica burgalesa *Pinus pinaster* debe formar parte del grupo de árboles que dominan algunos de los rodales de las solanas con sustrato sobre areniscas, fundamentalmente en los montes públicos de Ordunte; en las fincas particulares, en general con mejor suelo y ubicadas en cota donde crecen bien los eucaliptos, es poco probable que los propietarios se decanten por *Pinus pinaster*.

Sin duda se trata de una especie minoritaria, y así debe seguir siéndolo en el futuro, pero interesante en cuanto a que aporta diversidad y resiliencia. Esto último es claro frente a enfermedades y plagas, como se ha comentado, frente a incendios (resiste el paso de fuegos de suelo y regenera muy bien tras incendio), pero también respecto al cambio climático previsto, con aumento de temperaturas y mayor irregularidad en las precipitaciones: aquí *Pinus pinaster* es un árbol con un considerable margen para soportar más calor y sequías.

En relación con la diversidad, las características de *Pinus pinaster* lo convierten en único por ejemplo por su gruesa corteza o por los piñones que son muy buscados por la fauna, aunque a este respecto presentan el inconveniente (que es una ventaja adaptativa frente a la predación) de que su diseminación se concentra en unos pocos días calurosos, por lo que suponen un recurso trófico muy puntual en el tiempo.

Respecto a la selvicultura de *Pinus pinaster* en el Valle de Mena, la escasa extensión y juventud de los rodales donde domina esta especie impide la existencia de unas prácticas consolidadas. Donde se encuentra mezclado con *Pinus radiata* se integra sin mayores dificultades en el régimen selvícola de este. La idea es partir de masas densas, del orden de 2.000 pies/ha, para mejorar la conformación de los pies y acelerar la expulsión del matorral heliófilo, que no es completa en masas abiertas.

Se efectúa una poda baja o de penetración en todos los pies en torno a los 10 años de edad y una poda alta sobre unos 150-200 pies de porvenir justo después de la primera clara, en torno a los 20 años; a veces se efectúa antes de esa primera clara pero en todo caso el señalamiento de esos pies de futuro se realiza antes de la clara para evitar su corta (excepto si coincide en una calle) o daño.

A partir de los 20 años de edad, se efectúan claras cada quinquenio. Aunque las claras se podrían definir como selectivas por lo alto, lo cierto es que tienen un carácter mixto ya que además de cortar los pies que más interfieren con los de porvenir, también se eliminan otros escogidos entre los peor conformados y los enfermos, semisecos, puntisecos, bifurcados, muy ramosos, inclinados o derribados.

Se pretende que todos los pies cortados sean antes marcados por personal especializado, aunque en la primera clara es habitual que se marquen solo los pies de porvenir, que se deben liberar normalmente mediante la corta del árbol que más compete con cada uno de ellos.

En cada clara se corta aproximadamente un cuarto del volumen, excepto en la primera, que es más intensa debido a que en ella se abren las calles de desembosque (de 4 metros de ancho y separadas 18 metros entre ejes). A los 50 años, tras 6 claras, los pinos remanentes (unos 200 por hectárea, o poco más) ya tendrían una dimensión adecuada para su corta final: unos 60 cm de diámetro normal, y eso a pesar de que en las claras se tienden a cortar todos los pies dominantes que no estén bien conformados, e incluso en las últimas claras pies con buen fuste pero que ya han alcanzado ese diámetro.

Dependiendo de varios factores, entre los que es muy importante la presencia de regeneración anticipada (normalmente de frondosas espontáneas, aunque también del propio pino), en lugar de una sola corta final se aplican varias entresacas separadas también del orden de un quinquenio (como las claras), de forma que se da origen a una cierta irregularidad y a un cambio en la composición específica.

Este ciclo selvícola con frecuencia se retrasa por varios motivos; daño de plagas o enfermedades, parón del mercado de la madera, entidades propietarias que prefieren esperar, etc. También es habitual que se simplifique con menos claras más intensas, aunque se entiende que no es lo más adecuado. Lógicamente todas las cifras son sólo orientativas, y varían en función de muchos factores, singularmente la calidad de estación.

Es de suponer que a los rodales puros de *Pinus pinaster* se aplicaría una selvicultura semejante a la descrita en el párrafo anterior, que es la de *Pinus radiata* en Mena, pero un poco más retrasada en el tiempo; primera poda a los 15 años, primera clara y poda alta a los 25, corta final a los 60 (en caso de que no se opte por cortas de regeneración por entresaca). El periodo de retorno entre claras, al menos en los montes catalogados, debería ser también de 5 años, para coincidir con las inter-

venciones efectuadas sobre *Pinus radiata* (y *Pinus nigra*): en realidad ese periodo no se hace variar en los montes meneses en función de la velocidad de crecimiento de las especies, ya que lo que se adapta es la intensidad de corta (menor en las especies que se desarrollan más despacio).

Se entiende que selvícolamente son mejor periodos de rotación cortos para prevenir derribos, evitar la proliferación de un subpiso heliófilo y en general mantener el microclima forestal, entre otros motivos; si no se acortan más es por razones operativas. En montes de pequeño tamaño la frecuencia de las claras disminuye para no comprometer su rentabilidad; es decir, se aumenta la intensidad de corta.

En resumen, se podría decir que en la vertiente cantábrica burgalesa la presencia actual de *Pinus pinaster* es exigua, casi testimonial, pero que la especie está llamada a aumentar su representación sobre todo debido a las enfermedades y plagas que afectan a *Pinus radiata*, con la que comparte en gran medida nicho y selvicultura.

LOS PINARES NATURALES DE *PINUS PINASTER* EN LA COMARCA DE OÑA. NUEVO RETO DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN EN ESPACIOS PROTEGIDOS Y RED NATURA 2000

Carmen Allué Camacho
Dr. Ingeniero de Montes
Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos

Los pinares naturales de pino negral en la comarca de Oña se enfrentan en la actualidad al desafío de gestión de su nueva estructura, consecuencia no tanto del cambio climático, que en esta zona se deja sentir poco por el momento, sino por el cambio de usos que ha sufrido desde finales de los años 60 del siglo XX.

Su condición de espacios protegidos -una parte importante de estos bosques se encuentran en el Parque Natural de Montes Obarenes-San Zadornil y todos ellos son territorio Red Natura 2000-, les impone además objetivos y limitaciones.

Cuando hablamos de pinares de pino pinaster en Oña, no estamos hablando de masas homogéneas sino de montes en los que históricamente esta especie ha sido la principal y que, como tales, por el interés en su momento de la resina, fueron objeto de una intensa gestión dirigida fundamentalmente, desde principios del siglo XX, por sus correspondientes proyectos de ordenación, al aprovechamiento de resina estando las maderas supeditadas al anterior. La mayor parte de ellos son montes de utilidad pública, ya que por razón de especie se libraron de los procesos desamortizadores del siglo XIX que tanto daño hicieron a nuestros bosques. No obstante existen algunos montes que pasaron a manos particulares y en concreto a la Unión Resinera, por lo que su orientación fundamental también fue la producción de resina.

Catalogados como hábitat de interés comunitario 9540, Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos, cuya especie principal es el pino negral, aparece frecuentemente acompañado por sotobosques de encina y quejigo, más ocasionalmente de rebollo, pino silvestre o haya, así como por brezos (*Erica vagans*, *Erica cinerea*, *Erica scoparia*, *Calluna vulgaris*), boj (*Buxus sempervirens*), jaras y tomillos (*Cistus salvifolius*, *Halimium umbellatum*, *Thymus mastichina*), madroño (*Arbutus unedo*), helecho (*Pteridium aquilinum*), entre otras especies.

La adaptación de la especie a las condiciones del medio que ocupa, propenso al fuego de origen natural (rayos en lugares inaccesibles o de muy difícil acceso) se aprecia en sus piñas serótinas, que se abren como bombas al calor del incendio dando lugar a densísimos regenerados que colaboran en la pronta recuperación (mediante regeneración natural) del territorio afectado, siendo capaces de producir piña viable con tan solo 5 o 6 años de edad por si el fuego hiciera aparición de Nuevo (aunque, claro, signifique empezar de nuevo).

El medio físico

Para introducir los problemas a los que actualmente se enfrenta la gestión de estas masas forestales, es necesaria una breve descripción del medio físico: masas muy distintas a las que vegetan en la parte central de la meseta castellana y cuyo principal factor limitante es la falta de precipitación y el calor estival.

Situados entre los 500 y los 1.000 m de altitud, con todas las exposiciones y sobre terrenos de muy distinta naturaleza (arenas, areniscas, calizas margas, etc.) que se traducen en distintas calidades y estructuras, estos pinares son hoy en día ejemplo de biodiversidad.

En términos fitoclimáticos abarcan tres subtipos transicionales nemoromediterráneos, VI(IV)₁ (nemoromediterráneo genuino más seco), VI(IV)₂ (nemoromediterráneo genuino más húmedo) y VI(VII) (nemoromediterráneo subnemoral), lo que implica la convivencia con frondosas planicaducifolias marcescentes (quejigo y rebollo según exposiciones y tipos de suelo -también encina-), pero también según las condiciones locales de exposición y pendiente con otras especies capaces de formar bosques nemorales y oroborealoides como hayas o pinos silvestres, compartiendo territorio también con un amplio elenco de especies con nichos ecológicos tan distintos como, arces, tejos o madroños.

La precipitación, no siendo especialmente elevada (alrededor de los 650mm en el peor de los casos), presenta una distribución anual razonable que hace que la sequía estival no sea un factor limitante. El periodo de aridez no supera los 3 meses y son relativamente frecuentes en verano las nieblas que no levantan hasta media mañana, lo que mantiene la humedad ambiente. Y en cuanto a las temperaturas, tampoco son extremas, manteniéndose relativamente suaves en invierno y no excesivamente calurosas en verano.

Este cóctel, unido al cambio de usos, ha dado como resultado unos bosques en los que “crece todo”, en general mixtos y pluriestratificados con gran cantidad de biomasa acumulada y continuidad horizontal y vertical de combustible que, unido lo abrupto del territorio, los convierte en una bomba de relojería que debidamente activada (tormentas secas en verano) produce efectos devastadores.

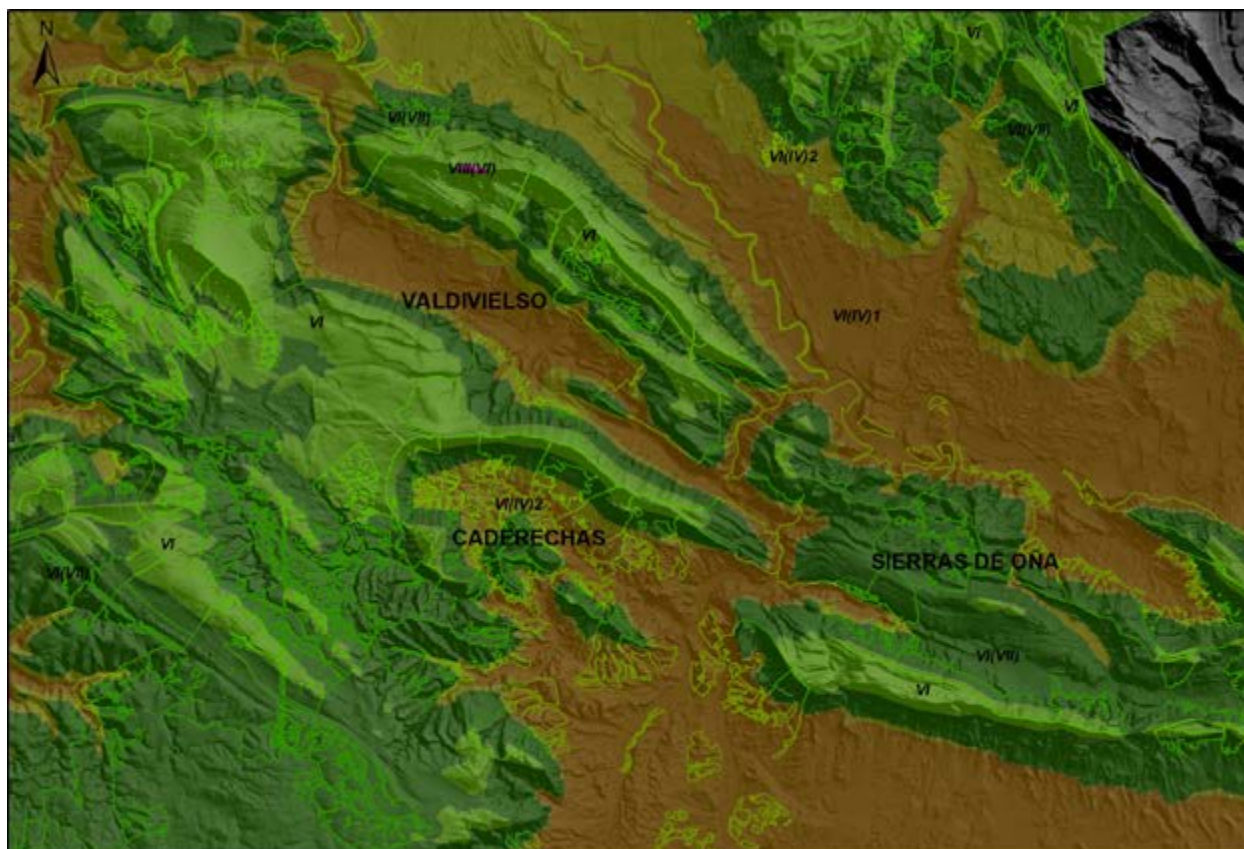


Ilustración 1. Mapa de tipos fitoclimáticos (Sistema Allué Andrade 1990).

El Cambio de uso y el declive socioeconómico

La estructura actual de los bosques de pino negral en la comarca de Oña es completamente nueva y desconocida en la zona.

La resina a finales del siglo XIX y durante la mayor parte del siglo XX fue una materia prima enormemente rentable para los propietarios de pinares de pino negral, siendo por esta razón los montes con esta especie como principal, junto con los de pino silvestre, los primeros en ser objeto de proyectos de ordenación forestal.

La comarca de Oña no fue una excepción remontándose los proyectos de ordenación de los tres grupos de Oña (Caderechas, Valdivielso y Sierras de Oña) a los primeros años del siglo XX. La comarca entonces era rica y la mayor parte de la población vivía del monte, generándose toda una cultura alrededor de la resina.

En esta época los pueblos estaban llenos de gente que trabajaba en el monte, en la extracción de resina, apacentando sus ganados o aprovechando maderas y leñas. El monte era el motor de la comarca que llegó a tener fábricas de resina y aserraderos importantes así como todo tipo de empresas asociadas.

Los montes carecían de sotobosque, la poca frondosa que convivía en ellos se cortaba para leñas de hogares o se descuajaba para reducir la competencia con el pino, y presentaban unas densidades defectivas (200 a 300 pies/ha) acordes a su aprovechamiento principal, la resina. Todo el monte estaba trabajado (y vigilado) y el interés de la población se centraba en su conservación al vivir de ellos.

La decadencia de la resina como materia prima, que se inició en los años 60, atacó de lleno a esta comarca que, al contrario de lo que ocurría en otras, contaba con un factor muy poco favorable para el mantenimiento de una actividad económicamente cada vez menos rentable: su endemoniada geomorfología, la pendiente de los montes que dificultaba y encarecía extraordinariamente la saca del producto. Así, en los años 70 del siglo XX había desaparecido en la práctica, la resinación en la comarca y con ello la forma de vida de gran parte de sus habitantes.

La desaparición de este aprovechamiento arrastró la gestión de los montes, con cuya madera pretendían resarcirse sus propietarios, los pueblos, ante la decadencia social y económica a la que estaban avocados. Las cortas dejaron de hacerse con criterios selvícolas para hacerse con criterios económicos cortando lo mejor y dejando en el monte lo peor (floreando) lo que provocó la degeneración de la masa de pinar.

Los montes evolucionan entonces hacia densidades muy defectivas pues no se mira por la regeneración sino por el valor económico de la madera; la madera en edad de corta es retorcida, pues los mejores pies se cortaron ya hace años, y en mu-

chos casos presentan todavía caras de resinación, aun hoy casi 60 años después. En los últimos años se abrían a la resinación todos los pinos con diámetro suficiente independientemente del tramo en el que se encontraran.



Ilustración 2. Estado frecuente de los pinares de negral en la comarca de Oña. Masa clara de pinar con sotobosque abundante e impenetrable de boj, encina, quejigo, enebro, etc.

En la Comarca de Oña la situación de despoblamiento viene de atrás, pero fundamentalmente de los años 60 y 70, cuando los grandes polos de desarrollo industrial como Bilbao, atrajeron a la mayor parte de una población, que más que vivir subsistía, y cuando la producción de resina, uno de los motores de la economía, se hundió debido a la penosidad de su extracción, en unos montes tan quebrados. La puntilla se la propinó en los años 90 el auge de la construcción, con trabajos más cómodos y mejor remunerados.

El declive poblacional arrastró también a las empresas ligadas a la extracción de madera que poco a poco fueron desapareciendo con la jubilación de sus propietarios y trabajadores. También desapareció la mano de obra forestal local cualificada, para la que las condiciones laborales y económicas no resultan interesantes dada la dureza del trabajo. A día de hoy las cuadrillas de tratamientos selvícolas que atienden a los incendios, tampoco es posible completarlas con personal de la comarca.

En este escenario el desuso se adueña de los montes: *“Las ganaderías, más esclavas, van desapareciendo y con ellas las personas que residen durante todo el año en los pueblos, los niños, salvo en los 4 núcleos principales, se convierten en una anécdota, y (...) solo queda una población de jubilados, en muchos casos por encima de los 70 y los 80 años. Así las cosas las necesidades de leñas son mínimas, los montes no se pastan y no existe población que pueda o que quiera trabajar en el monte”* (Allué Camacho, C.; Boletín Europarc nº 43, junio 2017).

El descenso de la cabaña ganadera supone un grave problema no sólo en relación con el incremento del peligro de incendios sino también para la regeneración del pinar, que ya se hacía sentir cuando se redactó hace unos 40 años la 6ª Revisión *“el efecto más negativo de esta falta de ganado es la cantidad de maleza que se está apoderando de los montes, con la consiguiente pérdida de regeneración de los tramos y el peligro tan grande que se corre con los incendios”*. La ganadería mantenía a raya el sotobosque, dificultando el crecimiento del matorral que tanto favorece actualmente la propagación de los fuegos.

Ilustración 3. Monte de pino negral en el que todavía persiste el pastoreo mejorando la estructura de la masa frente a la propagación de incendios



Así pues el despoblamiento ofrece oportunidades al monte cuya evolución en términos ecológicos y paisajísticos por falta de uso se puede considerar favorable, pero también plantea desde el punto de vista de la gestión y la conservación problemas importantes.

El cambio estructural

Territorio de vocación boscosa, la fisionomía de los pinares de pino negral, y con ella los elementos que lo componen, ha ido cambiando con sus usos o desusos hasta resultar prácticamente irreconocible.

La falta de aprovechamientos en los montes, ha favorecido su recuperación en términos de biomasa total y de biodiversidad. Los bosques claros se densifican, sobre todo por el avance de la frondosa, las degradadas matas de frondosa maltratadas por el diente del ganado, debido al sobrepastoreo y al intenso aprovechamiento para leñas de hogares, han dado paso a un vigoroso bosque mixto de frondosa (quejigo y encina fundamentalmente) y conífera. El sotobosque de gran combustibilidad (brezos y boj principalmente) se desarrolla en todo su esplendor.

Sin embargo, en un territorio propenso al fuego, hemos pasado de masas claras monoespecíficas o con presencia puntual de frondosa y prácticamente sin sotobosque, a masas pluriespecíficas, pluriestratificadas y enormemente combustibles, lo que desde el punto de vista de su conservación las hace extremadamente frágiles frente a su mayor amenaza, el fuego.

Los incendios se siguen produciendo con la misma frecuencia que hace años (rayos que cada cierto tiempo caen en zonas inaccesibles) pero su intensidad y magnitud, pese a que los medios de extinción son incomparablemente mejores que hace 50 años, es ahora mucho mayor dada la facilidad de propagación del fuego. De hecho, aunque el índice de frecuencia y causalidad de incendios en la comarca es bajo, el riesgo local y potencial por las condiciones intrínsecas de los montes, es moderado.



Ilustración 4. Trabajos de extinción de incendios forestales en montes impenetrables (se aprecia el estrato de encina y boj en monte bajo que dificulta enormemente las labores de extinción).

Como es de suponer, no todo el territorio ha evolucionado en la misma dirección. Mientras sobre las arenas y areniscas que afloran en los anticlinales de Caderechas y Valdivielso (Sierra de la Tesla) y en las propias Sierras de Oña y La Llana, aparecen las masas mixtas con estrato dominante de pino negral, en las laderas margosas y zonas calizas descalcificadas la frondosa retoma su prevalencia, relegando al pino negral a un segundo puesto o avocándolo incluso a su desaparición natural (hay que tener en cuenta que la presencia de pino negral en los montes se vio favorecida e incluso forzada en ocasiones por la importancia económica del aprovechamiento resinero).

Los problemas de gestión en el siglo XXI

Nos referimos aquí a los pinares de pino negral genuinos, aquellos en los que la especie aparece hoy en día como principal y en los que su estado vegetativo los hace dignos de tal nombre independientemente del cortejo florístico.

De ellos hay que decir que:

1. Las masas son vigorosas y no se ven afectadas por plagas tan frecuentes en la especie como la procesionaria.
2. El tipo de bosque más extendido actualmente es un fustal irregular de pino negral con una espesura defectiva, sobre un estrato inferior más o menos continuo de frondosa y matorral.

3. La regeneración natural, una vez vencido el problema de la gran cantidad de materia orgánica que cubre el suelo, se produce con facilidad y el crecimiento es relativamente rápido existiendo muchos años dobles metidas (primavera y otoño). No obstante, dada la dificultad de realizar las cortas de regeneración por falta de mercado a precios razonables, el conjunto de monte sufre un desequilibrio en cuanto a clases de edad.
4. Existen muchos rodales con pies tortuosos o inclinados, siendo en general los restos de la masa aprovechada tras el abandono de la resinación a finales de los 60. El pino negral en Oña tiende a crecer hacia la luz directa por lo que en espesuras altas tienden a retorcerse por la competencia lateral, lo que implica la necesidad de tratamientos tempranos que reduzcan las densidades de las masas.
5. La calidad de la estación es variada, siendo mucho mejor en las umbrías que en las solanas, lo que se traduce no solo en mayores alturas de la masa sino también en pies más esbeltos y derechos.
6. El relieve es muy quebrado por lo que:
 - a) La superficie de los cuarteles de protección de estos montes ocupa más de un tercio de su superficie.
 - b) La saca de madera, aun contando con una razonable red de pistas forestales, resulta especialmente costosa.
7. La madera carece de valor en el mercado, no existiendo además empresas del sector en la comarca.
8. La resinación resulta antieconómica con los precios actuales en fábrica.
9. La ganadería ha desaparecido en la mayor parte de los montes.
10. Al no existir población en edad de trabajar, otros usos del monte como la corta de leñas son prácticamente testimoniales.
11. El valor paisajístico y su condición de espacio protegido obligan a un diseño de las cortas de regeneración que no afecten este valor esencial.
12. Las extensas y continuas masas de bosques inmaduros con estructura pluriestratificada de uno o varios estratos superiores de arbolado de diversas alturas (pinos, hayas, rebollos, quejigos, encinas) y varios estratos inferiores de arbustos y matorrales altamente combustibles (boj, enebros, brezos, aulagas...) convierten al monte en impenetrable, lo que agravado por la dificultad de acceso consecuencia de la complicada orografía, hacen de los incendios forestales, frecuentes por rayo de forma natural en la zona, la principal amenaza para su conservación.
13. La fauna también impone en determinados rodales los periodos de actuación.



Ilustración 5. Pinar-rebollar en estado de monte bravo-bajo latizal en la comarca de Oña.

Así las cosas, hoy por hoy, son montes deficitarios en términos económicos:

1. La selvicultura transformadora de estos pinares resulta francamente cara y complicada (verdaderos sumideros de dinero).
2. Los tratamientos selvícolas preventivos como fajas auxiliares resultan costosísimos pero necesarios para limitar los efectos de los incendios en la zona.
3. Las subastas de madera se quedan desiertas o salen a precios ridículos, ya que su destino es la trituración produciendo ingresos míseros para sus propietarios, cuyos máximos ingresos proceden de la caza. Como biomasa tampoco resultan rentables.

4. La red de pistas, necesariamente amplia por la configuración del terreno, es difícil de mantener y se va degradando poco a poco.
5. Su conservación como montes de U.P. y espacios protegidos que son, así como por su condición de hábitat de interés prioritario, es una obligación legal.

El futuro

En un territorio en el que son capaces de convivir un gran número de especies forestales, el objetivo debe ser acompañar su vocación de masas mixtas, favoreciendo la biodiversidad y la resiliencia de los bosques, frente a futuros escenarios de cambio de clima y frente a posibles ataques de patógenos.

Como espacios protegidos que son, también lo será la protección de los ecosistemas y hábitats presentes en los montes y de la fauna silvestre que albergan, compatible con su ordenado aprovechamiento, mejorándolos en la medida de lo posible tanto en el aspecto productivo como en el ecológico. Es decir, deberá prevalecer el objetivo de la mejora de la masa forestal, su persistencia en el tiempo, y el beneficio a largo plazo de las diferentes comunidades animales y vegetales compatible con la obtención de los productos madereros, y una mejora de la calidad de los mismos.

El modelo selvícola debe favorecer la producción de madera de más calidad (no solo de la especie principal, sino también de la frondosa mediante la conversión de monte bajo a monte medio), al tiempo que pasar a modelos de combustible menos favorables a la propagación del fuego, manteniendo la posibilidad de volver en un futuro a aprovechar la resina si los márgenes comerciales así lo permiten.

Estos dos objetivos, sencillos en principio, se encuentran con obstáculos hoy por hoy difíciles de salvar:

1. La desestructuración del sector forestal en la zona dificulta la ejecución de cortas de regeneración y mejora, lo que ralentiza la consecución de montes equilibrados, productivos, biodiversos y paisajísticamente relevantes.
2. La falta de mercado de esta madera, cuyo destino principal hoy en día es la trituración, unido a la dificultad de la extracción del producto por la morfología del terreno, implican unos precios de venta excesivamente bajos que no revierten sobre la mejora de los propios montes.
3. La despoblación severa existente en la zona, unos 12 habitantes/km² de edades avanzadas, es un problema difícil de resolver e incide directamente en la conservación.

Consecuencia de ella es la pérdida del sector ganadero, producida por muchas razones, pero indudablemente agravada por la falta de comprensión de la UE hacia el pastoreo en montes arbolados cuyas ayudas PAC al sector no contemplan el pastoreo forestal, tan común en nuestros montes y tan útil por sus importantísimos efectos de cara a la prevención de incendios forestales, sin olvidar los aspectos ecológicos de esta ganadería extensiva.

Consecuencia de la falta de pastoreo, la impenetrabilidad de los montes y las altísimas inversiones en tratamientos preventivos de incendios, máxima amenaza para la conservación de estos bosques, que se convierten en un pozo sin fondo. Sin contar los desembolsos necesarios para la extinción de incendios, cuando se producen, y la peligrosidad para el personal implicado en los mismos.

Las condiciones laborales de los trabajadores forestales tampoco ayudan a la recuperación demográfica, no siendo una alternativa interesante para la juventud que busca otros medios de vida.

Sólo la recuperación de una mínima población activa, que base su economía en el medio natural (ganaderos, agricultores, trabajadores forestales, empresarios forestales, empresas de madera o biomasa, etc.) en condiciones de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, puede poner freno a esta indeseable situación.

“Los espacios naturales protegidos de los que estos montes forman parte, actúan como una potente plataforma de promoción turística con base en sus valores naturales y culturales, pero se está evidenciando que este sector servicios, salvo en contadas excepciones, es insuficiente para fijar a la población a este medio rural que ha ido perdiendo, al tiempo que vecinos, servicios esenciales como son las escuelas, los servicios sanitarios o los no menos importantes bares, tiendas o transportes públicos que permitan la comunicación entre núcleos cercanos para evitar el aislamiento” (Allué Camacho, C.; Boletín Europarc nº 43, junio 2017).

NUEVOS RETOS EN LA GESTIÓN DE LAS MASAS DE PINUS PINASTER. CONDICIONANTES GENERADOS ANTE LA APARICIÓN DE FOCOS DE NEMATODO DE LA MADERA DEL PINO

Carlos Redondo Marina, *Alfonso Sarmiento Maillo,
Teresa Díaz-Laviada Marturet, César Prieto Gil
*Dr. Ingeniero de Montes. Ingeniero de Montes
S.T de Medio Ambiente de Salamanca

Introducción. Antecedentes

El nematodo de la madera del pino (NMP), *Bursaphelenchus xylophilus*, se considera una de las enfermedades de coníferas más peligrosas a nivel mundial. Presenta una enorme capacidad de dispersión a través de la circulación de mercancías (tanto de material vegetal como de otros productos transportados mediante embalajes de madera) y del vuelo natural de sus vectores (insectos xilófagos del género *Monochamus*). Este nematodo tiene el estatus legal de organismo nocivo cuya introducción y propagación debe prohibirse en todos los Estados miembros de la Unión Europea.

El nematodo de la madera del pino ha sido detectado en Europa principalmente en lotes y embalajes de madera procedentes de Portugal, donde se encuentra presente desde el año 1999.

Desde el año 2008 hasta finales de 2019 se han detectado en España árboles con presencia del organismo nocivo en seis ocasiones, produciéndose consecuentemente las declaraciones de las correspondientes Zonas Demarcadas: tres en la provincia de Cáceres de la Comunidad Autónoma de Extremadura, dos en la provincia de Salamanca de la Comunidad Autónoma de Castilla y León y una en Pontevedra, en la Comunidad Autónoma de Galicia. En tres de ellas, después de un período variable de años y numerosas actuaciones por las distintas administraciones implicadas, se produjo el levantamiento de la Zona Demarcada al considerarse erradicado el nematodo.

Nos encontramos por lo tanto actualmente con Zonas Demarcadas en las comunidades autónomas de Galicia, Extremadura y Castilla y León. En todos los casos en zonas próximas a Portugal.



Ilustración 1. Árbol sintomático muestreado.

Condicionantes legales impuestos por la plaga

Más allá de las medidas preventivas a adoptar ante la amenaza del NMP, la declaración de una Zona Demarcada supone la adopción de varias medidas para la erradicación y contención de la plaga.

Entre las medidas de erradicación figuran las siguientes:

- Eliminación de todas las plantas de especies sensibles en la denominada “zona de corta”. Esta zona comprende un radio de 500 metros alrededor del positivo.

- Eliminación mediante tala y astillado de toda las plantas muertas o con mala salud o afectadas por incendios y tormentas.
- Descortezar todos los pies de especies sensibles talados dentro de la zona demarcada.
- Convertir en astilla de menos de 3 cm de grosor y anchura todos los restos no extraídos del monte.
- Aplicar un protocolo de higiene a todos los vehículos y máquinas que transporten productos forestales.

También se establecen condiciones para el traslado de madera de zonas demarcadas a zonas no demarcadas, entre las que figuran las siguientes:

- Únicamente puede realizarse el traslado fuera de la época de vuelo del vector, comprendida entre el 1 de abril y el 31 de octubre.
- Debe haber sido sometida a un tratamiento térmico adecuado, alcanzando 56°C durante 30 minutos por toda la madera. En el caso de embalajes deberá cumplirse la norma NIMF-15 y estar marcado conforme a la misma.
- También puede trasladarse la madera convertida en astilla de menos de 3 cm, hasta una instalación autorizada, siempre fuera de la época de vuelo del vector y con un control por parte de las autoridades competentes.

Principales consecuencias selvícolas

Tanto las medidas de erradicación como los condicionantes al traslado de productos suponen fuertes condicionantes a la gestión del monte cuyos principales e inmediatas consecuencias son:

- Una paralización de los aprovechamientos de madera de sierra, con la demora de las cortas de regeneración y segundas claras. Las condiciones para la ejecución del aprovechamiento (reducción del plazo efectivo, obligación de astillar hasta 3 cm...) y para la extracción de los productos (de facto solo es posible en forma de astilla), tienen como consecuencia la pérdida de valor de estos productos para el maderista. Esto provoca un atraso en la marcha ordenada del monte con retraso en la regeneración del monte y la pérdida de ingresos del propietario.



Ilustración 3. Monte de pinaster en ZD con dificultad para cumplir condiciones de aprovechamientos.

- La madera con destino de trituración, principalmente producto de primeras claras, sufre una depreciación importante. Únicamente puede trasladarse a instalaciones autorizadas, lo que limita la competencia por estos productos. Además las condiciones para su traslado y sobre todo la obligación de extraer todos los restos de corta o astillar los mismos hasta unas dimensiones menores de 3cm hace que se devalúen enormemente estos productos.

- III. Los tratamientos selvícolas como claros o podas se encarecen enormemente por la obligación de astillar sus restos hasta astillas menores de 3 cm. Además en muchos rodales resulta inviable el astillado (por pendiente, pedregosidad, presencia de tocones...), dejando como únicas opciones la extracción de todos los restos, la quema de los mismos o el acordonado a grandes distancias del lugar, actuaciones inabarcables.



Ilustración 4. Primeras claras en *Pinus pinaster*, dificultad para triturar restos a 3 cm por volumen, pedregosidad y numerosos tocones en las calles.

- IV. Estas restricciones también afectan a otras labores como mantenimiento de cortafuegos o pistas. En estas zonas es muy abundante la regeneración y se hace necesario la eliminación de toda presencia de especies sensibles existente en las mismas.
- V. Como consecuencia de todo lo anterior aumenta el número de árboles muertos o con decaimiento y consecuentemente se amplían las acciones necesarias en la zona ya que la norma obliga a muestrear y eliminar dichos pies.

Todos estos condicionantes suponen una paralización de la ordenación del monte con el retraso subsiguiente de todas las cortas de regeneración y mejora, aumento de árboles muertos, enfermos o en precario estado vegetativo. Todo esto, unido a la pérdida de ingresos de los propietarios, supone un riesgo de incendios y plagas, favoreciendo las condiciones para el ataque del NMP y consiguiendo el efecto contrario al pretendido.

Retos de la gestión

Los principales retos ante unas masas que están en muchos casos llegando al final del turno de transformación y cuya principal labor pendiente es la regeneración, pasan por una mejora del estado general de la masa. Para ello y ante el nuevo escenario en aquellas zonas de riesgo potencial de la plaga, además de las medidas de vigilancia fitosanitaria, se plantean como actuaciones necesarias:

- I. Una reducción de los turnos de corta. Evitando la presencia de árboles excesivamente longevos más susceptibles a diferentes plagas y enfermedades y adelantando las rentas al propietario.
- II. Una reducción de la rotación entre claras, con los mismos objetivos.
- III. Siempre que sea posible es necesario incluir en los distintos aprovechamientos y tratamientos selvícolas la trituración de los restos.

IV. Deben evitarse aprovechamientos y tratamientos selvícolas en los meses de vuelo del vector.

V. Mayor inversión en primeros clareos que permitan el adecuado estado vegetativo de las poblaciones jóvenes. No actuar solamente en bordes de pistas sino en toda la masa.

VI. Introducir variabilidad genética inter e intraespecífica para una mejor resistencia frente a la plaga.

Dentro de las zonas demarcadas las actuaciones durante la vigencia de la misma quedan de facto paralizadas por lo que la estrategia pasa por intensificar las cortas y tratamientos selvícolas en los periodos de levantamiento de la zona demarcada, debiendo mantener las medidas previstas en las zonas de riesgo.

Muchas de las medidas contempladas en la normativa van encaminadas a evitar la expansión de la enfermedad, a través del movimiento de madera y también a través de su principal vector, *Monochamus*.

Evitar la acumulación de restos en aprovechamientos y tratamientos selvícolas sería la principal medida, especialmente durante los meses de vuelo del vector, por tanto sería necesario evitar actuaciones sobre estas masas en primavera y verano.

Los muestreos efectuados con presencia de *Monochamus* en zonas quemadas, ponen de manifiesto el importante aumento de su concentración tras un incendio, por tanto las medidas preventivas frente a incendios forestales debería priorizarse, más si cabe, tanto en silvicultura preventiva como en infraestructuras necesarias para la prevención y extinción de incendios.

Para finalizar, la principal medida preventiva ante esta enfermedad y cualquier otra plaga o enfermedad, es lograr un correcto estado vegetativo de las masas, por lo que aprovechamientos llevados a cabo fuera de la parada vegetativa, suponen un mayor daño a los árboles en pie, a parte de una importante acumulación de restos, lo que favorece el desarrollo de plagas y enfermedades y aumenta el riesgo de incendios.

Por ello, en contra de la tendencia de los últimos años de flexibilizar las épocas de los aprovechamientos, de forma que se puedan realizar todo el año, se puede actuar con normativa que restrinja el período de las cortas para todos los montes (públicos y privados) de las zonas de riesgo, de forma que se realicen únicamente en parada vegetativa.

Referencias legales sobre el nematodo:

- Decisión de Ejecución de la Comisión, de 26 de septiembre de 2012, relativa a las medidas de emergencia para evitar la propagación en la Unión de *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhrer) Nickle *et al.* (el nematodo de la madera del pino) y sus posteriores modificaciones.
- Ley 43/2002, de 20 de Noviembre, de Sanidad Vegetal
- Real Decreto 58/2005, de 21 de enero, por el que se adoptan medidas de protección contra la introducción y difusión en el territorio nacional y de la Comunidad Europea de organismos nocivos para los vegetales, así como para la exportación y tránsito hacia países terceros
- ORDEN FYM/848/2018, de 20 de julio, por la que se declara contaminado un árbol situado en el monte de Utilidad Pública n.º 12, denominado Mata de Los Mártires, situado en el término municipal de Lagunilla (Salamanca), por el nematodo de la madera del pino, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhrer) Nickle *et al.* y se establece la zona demarcada y las medidas fitosanitarias de emergencia para su erradicación.
- ORDEN FYM/380/2019, de 11 de abril, por la que se establece una zona demarcada y se adoptan en ella medidas fitosanitarias de emergencia para el control del nematodo de la madera del pino, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhrer) Nickle *et al.*, en la provincia de Salamanca.

DECAIMIENTO DE PINUS PINASTER EN LOS ARENALES DE LA MESETA CASTELLANA

Javier Gordo*, Alfonso González**, David Cubero**,
César Martínez***, María Gómez**

*Dr. Ingeniero de Montes. **Ingeniero de Montes. ***Ing. Técnico Forestal
Servicio Territorial de Medio Ambiente de Valladolid

Rafael Calama*, Miren del Río*, Marta Vergarechea**
*Dr. Ingeniero de Montes. **Ingeniero de Montes
INIA-CIFOR

Es un hecho constatado para la óptica del gestor selvícola que los pinares de *Pinus pinaster* en los arenales de la meseta castellana presentan desde la década de los noventa del pasado siglo, síntomas progresivos de decaimiento. Copas claras, pinos puntisecos y secos, pobreza de acículas, débiles crecimientos anuales, falta de regenerado natural, abundante presencia de muérdago y susceptibilidad a plagas y enfermedades, son síntomas visibles de este decaimiento.

Para comprender lo que está sucediendo en la denominada “Tierra de Pinares”, extensa comarca natural repartida entre las provincias de Segovia, Ávila y Valladolid debemos conocer el escenario: amplias extensiones arenosas pobladas por una importante masa forestal integrada por pinos piñoneros y resineros naturales sometidos a una milenaria historia de intervenciones que dieron lugar a la erradicación local de las especies existentes o a posibles cambios en la dominancia de uno u otro pino. Madera, resina y fruto son sus principales aprovechamientos.

Se enmarca en una comarca profundamente agraria, con una acusada sobreexplotación del acuífero, una tendencia a la disminución de la cantidad de precipitaciones, así como una distribución más irregular de las mismas debidas al cambio climático en un ambiente cada vez más xérico, lo que convierte a las disponibilidades de agua en uno de los factores más limitantes para la especie. El pino piñonero habita tanto en las campiñas arenosas de la Tierra de Pinares como en las laderas y los páramos calizos, litología esta última que con carácter general no ocupa el pino resinero en esta región, a no ser que aportaciones de arenas eólicas hayan transformado las condiciones edáficas de la estación.

Un ejemplo ilustrativo de las intervenciones humanas lo encontramos en el monte 10 de U.P. “El Pelayo” en Cuéllar (Segovia): las Ordenanzas de la Villa y Tierra de Cuéllar de 1546 lo citaban como pinar de piñonero (Olmos, 1994), fue escenario de cortas fraudulentas muy intensas a finales del XIX, encontrándose raso a principios del XX, motivo por el que se repobló con pino resinero (García y Allué, 2001). En la actualidad este monte ha alcanzado su madurez como fustal, no presenta síntomas de decaimiento y se están realizando aprovechamientos de madera, cortando ejemplares de pino resinero de 14-15 m de altura y hasta 50 cm de diámetro normal en los rodales del pinar más maduros; presenta rodales diseminados de piñonero, y el regenerado que se está instalando es de piñonero. La apertura de huecos de regeneración evidenciará si el pino resinero es capaz de regenerarse con carácter generalizado.

Otro indicador del decaimiento es la disminución significativa en el tiempo de las existencias de pino resinero si se comparan los inventarios forestales. A modo de ejemplo citar el monte 66 U.P. “Selladores y Nava” de Vitoria del Henar (Valladolid)



Ilustración 1. Monte 66 U.P. Selladores y Nava (Valladolid) Fuente ST Valladolid.

que contaba con 14.373 pies de pino resinero en la 5ª revisión de 1966 y 6.905 pies en la 9ª revisión de 2018. Llama la atención esta evolución en un monte que desde los años 70 fue elegido como fuente semillera de *Pinus pinaster* por la calidad fenotípica de sus fustes. En la actualidad el estado general del monte se puede considerar en su conjunto como bueno, sin excesivos síntomas de decaimiento.

Otro ejemplo lo encontramos en los pinares de resinero privados al suroeste de Valladolid (Fresno el Viejo, Fuente el Sol, Ramiro y La Zarza) donde se forzó su expansión artificial por el valor de la resina y hoy presentan claros síntomas de decaimiento. O los aprovechamientos maderables de pinos resineros secos como los 1.637 pies cortados recientemente en los montes 61, 62 y 63 U.P. de La Zarza, a razón de una media de 10 pies/ha.

Los fenómenos de decaimiento se están estudiando con especial atención a la regeneración natural, pues si bien hasta fechas recientes ambas especies parecían estar bien adaptadas en sus mecanismos de regeneración a las variaciones en las condiciones de su hábitat, hoy en día encontramos indicios severos de posibles cambios.

Los principales “cuellos de botella” de la regeneración de *Pinus pinaster* son: vecería regulada por factores climáticos y elevada tasa de mortalidad estival en plántulas de un año.



Ilustración 2. Monte 117 U.P. “Pinar de la Unión” (Valladolid). Pinar con síntomas de decaimiento sobre páramo calizo. Fuente INIA.

En general, se observa emergencia de plántulas bajo cubierta, pero ésta no prospera (Gordo *et al.* 2012). Del manual “La regeneración natural de los pinares en los arenales de la Meseta Castellana” reseñamos las principales lecciones aprendidas en lo referente a la regeneración natural:

- En el caso de *Pinus pinaster* las cortas de regeneración aplicadas en los últimos años en determinados montes han sido muy fuertes, comprometiendo la supervivencia estival de las plántulas emergidas.
- En ambas especies los “cuellos de botella” bajo control climático pueden atenuarse mediante cortas progresivas para facilitar el nacimiento y la instalación del regenerado. Estas cortas deben convertirse en instrumentos de seguimiento y liberación del regenerado.
- La regeneración de ambas especies no es un proceso continuo que se produce todos los años, sino que tiene lugar en los años de ocurrencia simultánea de las condiciones favorables. Esto provoca el que el regenerado aparezca en “golpes” coetáneos. Ante estos eventos, la gestión selvícola de la regeneración tiene que ser flexible, alargando los periodos de regeneración. La gestión selvícola debe de ir detrás de los lugares -rodales- dónde la regeneración se produce de forma natural, pero a cambio se hace necesaria una gestión más intensiva en el espacio del seguimiento de la regeneración a escala rodal.
- El matorral juega un posible papel positivo como facilitador de la regeneración de *Pinus pinaster* pero también como competidor; la eliminación o falta de la cubierta del matorral tiene un posible efecto sobre el éxito y la estructura del regenerado.

Centremos el análisis de la problemática de la regeneración natural en la provincia de Valladolid, la cual cuenta con una superficie forestal de pinar (piñonero y/o resinero) de 68.000 ha, correspondiendo un 70% a masas puras de *Pinus pinea*, un 10% a masas puras de *Pinus pinaster* y un 20% a masas mixtas (PORF Valladolid).



Ilustración 3. Regeneración natural de pino piñonero bajo fustal puro de pino resinero. Fuente INIA.

En los montes públicos del territorio, dentro de los tramos en regeneración (superficie total cercana a las 14.000 ha), el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Valladolid, lleva a cabo anualmente (2001–2018) un seguimiento de la aparición y supervivencia del regenerado de ambas especies, muestreando un dispositivo experimental formado por 1.936 parcelas permanentes en las campiñas, distribuidas en 133 unidades dasocráticas en regeneración que cubren una superficie de 3.359ha.

Los estudios realizados por el INIA-CIFOR en colaboración con el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Valladolid sobre estos datos (Vergarechea *et al.* 2019a, b), han permitido identificar los siguientes patrones de regeneración:

- A lo largo de los 15 años de estudio el regenerado de *Pinus pinea* se ha identificado al menos en una ocasión en un 81% de los puntos de muestreo, mientras que el de *Pinus pinaster* únicamente ha ocurrido en un 23%. En un 17% de las parcelas no se ha identificado regenerado de ninguna de las dos especies.
- Tras 15 años de estudio, se observa existencia de regenerado establecido y con viabilidad asegurada de *Pinus pinea* en un 33% de las parcelas, mientras que el de *Pinus pinaster* aparece únicamente en un 5%.
- La probabilidad de aparición de regenerado de *Pinus pinea* en masas con presencia de arbolado adulto de la especie (puras o mixtas) es del 67%, mientras que la probabilidad de regenerado de *Pinus pinaster* en una parcela con presencia de arbolado adulto de su misma especie es del 45%.
- La probabilidad de expansión de *Pinus pinea* en masas puras de *Pinus pinaster* es del 58%, mientras que la probabilidad de expansión de *Pinus pinaster* en masas puras de *Pinus pinea* es únicamente del 4%.
- El regenerado de *Pinus pinaster* es más sensible que el de *Pinus pinea* a la ocurrencia de eventos de temperaturas elevadas en verano y otoño.
- Los modelos de regeneración ante escenarios de proyección climática adversos (RCP 8.5) prevén que, la probabilidad de regeneración de *Pinus pinaster* caerá hasta valores inferiores al 20%, incluso en los casos de estructura y composición más favorables. Por el contrario, no se esperan reducciones significativas en el éxito de regenerado de *Pinus pinea* en el territorio, aunque la regeneración de esta especie si podría verse afectada por la disminución de disponibilidad de semilla.
- La presencia de encespedamiento afecta negativamente a la aparición de regenerado en ambas especies.

De acuerdo a lo anterior, en la actualidad se observa una menor capacidad de regeneración de *Pinus pinaster* en la zona de estudio, referido tanto a la aparición del regenerado como al establecimiento definitivo del mismo, en comparación con *Pinus pinea*. En muchas masas con arbolado adulto actual de *Pinus pinaster* el regenerado de la especie está siendo desplazado por el de *Pinus pinea*, incluso en masas puras de *Pinus pinaster*.

El mantenimiento de masas mixtas favorece al regenerado de ambas especies, aunque siempre con preferencia hacia *Pinus pinea*. La supervivencia estival durante los primeros años tras la emergencia de las plántulas se considera como

el principal factor limitante para la regeneración de *Pinus pinaster*. Ante escenarios de cambio climático está previsto un agravamiento de los procesos de fallo en la regeneración de *Pinus pinaster* y por lo tanto una dificultad de renovación del arbolado adulto.

Al objeto de completar el área de estudio, en 2017 se instalaron 947 nuevas parcelas permanentes en 1.873 ha y distribuidas en 125 unidades dasocráticas tanto en páramos calizos -incluido Torozos- como en los arenales de las campiñas del Duero; tanto su puesta en valor con los resultados obtenidos, como su mantenimiento -implicación de gestores, investigadores y propietarios- completará los conocimientos sobre los procesos hasta ahora referidos, siendo deseable su expansión en pinares de los arenales no estudiados dentro de su área natural.

De forma descriptiva se podría decir que en la provincia de Valladolid se encuentran las siguientes tipologías básicas de masas puras de *Pinus pinaster*, en lo relativo a sus síntomas de decaimiento y su regeneración:

1. Masas en las que **no se observan síntomas de decaimiento**: existen ciertos rodales en estado de fustal maduro, distribuidos en varios montes, donde no hay síntomas claros de decaimiento.

- 1.1. Masas que cuentan con una regeneración de la misma especie ya conseguida y totalmente viable.

Por ejemplo: rodales 23, 25, 26, etc. del Cuartel B del monte 64 U.P. de Montemayor de Pililla. Se trata de un fustal maduro un poco abierto, dónde existe un estrato intermedio procedente de una regeneración adelantada de la misma especie, bastante densa, y con buena viabilidad.

- 1.2. Masas que no tienen regeneración puesto que aún no se han iniciado las cortas, pero se prevé que ésta tendrá lugar sin problemas.

Por ejemplo: rodal 30 del Cuartel A del monte 73 U.P. de Traspinedo. Se trata de un fustal maduro, de densidad elevada. En él no se han iniciado los procesos de regeneración, pero la previsión es que cuándo se produzca la apertura de la masa, ésta podría tener lugar.

2. Masas en las que se observan **claros síntomas de decaimiento**: se trata de numerosos rodales en estado de fustal maduro, distribuidos en la mayoría de los montes en los que vegeta esta especie, dónde una parte de los pies se están secando y los otros se encuentran debilitados. En estas masas, cuándo se produce la regeneración, tiene lugar fundamentalmente con otras especies.

- 2.1. Masas que cuentan con una regeneración viable fundamentalmente de *Pinus pinea*, pero también de otras especies como *Quercus faginea* y *Juniperus thurifera*.

Ejemplo: Rodal 5b del Cuartel C del monte 54 U.P. de San Miguel del Arroyo. Se trata de un fustal maduro abierto y totalmente decrepito dónde se ha instalado una regeneración buena y viable de *Pinus pinea* en estado de monte brazo y latizal bajo con cubierta completa.

Ejemplo: Rodal 8b del Cuartel A del monte 55 U.P. de Santiago del Arroyo, perteneciente a la comarca de Portillo. Se trata de un fustal maduro abierto y decrepito dónde existe un estrato inferior de *Quercus faginea* en estado de monte bravo y latizal bajo con viabilidad.



Ilustración 4. Monte 80 U.P. "El Esparragal" (Valladolid). Pinar de resinero sin regeneración alguna. Fuente ST Valladolid.

2.2. Masas que no cuentan con regeneración alguna.

Ejemplo: Rodal 6 del Cuartel E del monte 80 U.P. de Valladolid, perteneciente a la comarca de Valladolid. Se trata de un fustal maduro abierto, dónde los procesos de regeneración deberían haberse iniciado hace bastante tiempo, y actualmente no existen brinzales ni de ésta, ni de otras especies.

Existe el caso especial de las formaciones con portes de fustes tendidos y achaparrados y muy abiertas sobre dunas, dónde la regeneración es nula, y la posibilidad de lograrlo mediante repoblación artificial es muy dificultosa. (Rodaes en los montes 47 U.P., 49 U.P....). Al respecto, cincuenta años después las palabras de Baudín (1966) adquieren plena vigencia –siendo conscientes de los cambios ambientales acaecidos- y nos deberían hacer reflexionar: *“cuantos ingenieros de montes han intervenido en la formación de estas masas han logrado llegar a poblar terrenos que normalmente deberían considerarse como inforestales. Con inversiones mínimas han llegado a fijar dunas continentales salvando amplias zonas de cultivo”*.

Se podrían enumerar otros ejemplos de montes con claros síntomas de decaimiento en la provincia de Segovia como son los números 29 U.P.; 32 U.P., 34 U.P. y 48 de U.P. al sur de Cuéllar y en la provincia de Ávila el monte 25 U.P. representativo por su extensión del grupo de Arévalo, en La Moraña (Gandía *et al.*, 2009).



Ilustración 5. Pinares de resinero con severos síntomas de decaimiento en La Moraña (Ávila) frente al vigor de los ejemplares de piñonero. Fuente ST Valladolid.

Ilustración 6. La Moraña. En primer plano, monte bravo artificial de pino piñonero; al fondo pinares de resinero con severos síntomas de decaimiento en La Moraña (Ávila). Fuente ST Valladolid.



En conclusión, la gestión forestal de estas formaciones de *Pinus pinaster* en los arenales de la meseta castellana debe de ser muy minuciosa y enmarcada en una visión integral del problema del decaimiento. Con especial sensibilidad en lo referente a la regeneración, las cortas que se planifiquen se harán de forma muy cuidadosa y atendiendo su diseño y oportunidad a los factores que la limitan; la silvicultura adaptada al cambio climático es una de las principales herramientas que se le ofrece al gestor para garantizar la supervivencia de estas masas mediante el manejo de las densidades que permitan preparar estructuras selvícolas de futuro adecuadas al actual escenario.

Referencias

- Baudín, F. 1966. Proyecto de la 6ª Revisión de la Ordenación de los montes "Llanillos Parrilla, Arenas, Hoyos y Selladores y Nava. Memoria. Distrito Forestal de Valladolid. Documento inédito. Valladolid.
- Gandía R., Alegría R., Plaza F. J. y Vaquero E. 2009. Un siglo de gestión en el Grupo de Montes de Arévalo, Ávila. Servicio Territorial de Medio Ambiente de Ávila. Junta de Castilla y León. Revista Montes, Tercer Trimestre. Nº 98.
- García, C. Allué, M. 2001. Análisis general de la marcha ordenada del monte El Pelayo (Cuéllar, Segovia). En: Actas de la III Reunión del grupo de trabajo de Ordenación de Montes sobre Evolución de Ordenaciones históricas. Ed. Cabrera M. et al. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, 11: 161-169. Madrid.
- Gordo J, Calama R, Pardos M, Bravo F, Montero G (ed). La regeneración natural de los pinares en los arenales de la Meseta Castellana. Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (Universidad de Valladolid-INIA). Valladolid. 254 pp. 2012.
- Olmos, E. 1994. La Comunidad de Villa y Tierra de Cuéllar a partir de las ordenanzas de 1546. Apuntes para la historia local de Lastras de Cuéllar. Diputación Provincial de Segovia. Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Segovia y Ayuntamiento de Lastras de Cuéllar. Segovia.
- Vergarechea M, del Río M, Gordo J, Martín R, Cubero D, Calama R. 2019a. Spatio-temporal variation of natural regeneration in *Pinus pinea* and *Pinus pinaster* Mediterranean forests in Spain. Eur J For Res DOI: 10.1007/s10342-019-01172-.
- Vergarechea M, Calama R, Fortin M, del Río M. 2019b. Climate-mediated regeneration occurrence in Mediterranean pine forests: A modeling approach. For Eco Manage 446: 10-19.

LA GESTIÓN DE LOS MONTES PÚBLICOS DE SEGOVIA PARA PRODUCCIÓN DE RESINA

María Bragado Jambrina

Ingeniera de Montes

Jefa de la Sección de Gestión Forestal II del Servicio Territorial de Medio Ambiente de Segovia

Los montes de la llanura segoviana vegetan sobre un sustrato de arenas que en muchas zonas supera los 20 metros de profundidad. La altitud media del terreno ronda los 850 metros sobre el nivel del mar y las precipitaciones no suelen superar los 300 mm anuales concentradas en invierno y primavera. Las temperaturas son muy extremas y pueden oscilar entre los -14 °C en los días más fríos de invierno y los 40 °C en los días más calurosos del verano.

En estas condiciones tan extremas sobreviven los pinos resineros. Según los datos del tercer inventario forestal nacional para la provincia de Segovia, la superficie ocupada por masas puras de *Pinus pinaster* es de 89.016 ha, de las cuales 50.083 ha están catalogadas como montes de utilidad pública, gestionados directamente por la Consejería competente en Medio Ambiente. La superficie ocupada por masas mixtas de *Pinus pinaster* y *Pinus pinea* es de 10.624 ha, de las cuales 6.384 ha son montes de utilidad pública.

Estas masas de pinos han sido aprovechadas durante siglos para la obtención de miera (resina exudada por el árbol cuando éste sufre una herida), si bien los métodos extractivos y los usos han ido variando a lo largo de la Historia.

Hasta el S. XIX la extracción se realizó mediante el método “primitivo”. El método consistía en hacer una incisión longitudinal ancha (40 cm) y profunda en el tronco. La miera se recogía en una cavidad realizada en el suelo y reforzada con broza o musgo. La mezcla de miera, broza y tierra formaba unos terrones que se extraían y se quemaban en unos hornos llamados *pegueras*. En esa época, el aprovechamiento estaba ligado a la obtención de pez en *pegueras* esparcidas por los montes. Las matas (número de pinos que cada resinero podía trabajar) se localizaban en el entorno de los hornos y también se llamaban *pegueras*. El hecho de que fueran hereditarias influyó decisivamente en que el de los *pegueros* fuera uno de los primeros colectivos interesado en la conservación del monte.



Foto 1.- Pino “copetero”. Tienen esta denominación los pinos resinados por el método primitivo. En la actualidad quedan muy pocos ejemplares vivos. Cañada de Navas de Oro.

la disminución de pérdidas al utilizar un recipiente para recoger el producto. También supuso ventajas para el árbol ya que las caras eran mucho más estrechas (12 cm) y menos profundas (reducción de daños en la madera) y para el resinero, puesto que el trabajo era mucho más cómodo que en el método anterior.

El método de “Pica de Corteza” comienza a implantarse a mediados del siglo XX. También requiere desroñe previo. Las picas (heridas) se realizan de modo transversal desprendiendo una tira de corteza y cambium de 12 cm de anchura y 3 cm de altura y posteriormente se pulveriza la herida con una solución de ácido sulfúrico para estimular la secreción. Esta operación se realiza también cada siete días.

Vecinos de Navas de Oro, el último pueblo de Segovia que mantuvo una *peguera* en funcionamiento, afirman que América se descubrió gracias a la pez que permitió calafatear los barcos que cruzaron el Atlántico y que procedía de estos pinares. Seguramente no les falte razón.

En 1862 se implanta en España el método Hugues, heredado de Francia. Este método requiere un desroñe previo (descortezado ligero que permite la ejecución del aprovechamiento posterior). Después se realizan unas incisiones poco profundas a lo largo del tronco desprendiendo finas láminas de madera de forma más o menos oblicua y cóncava. Cuando las heridas son taponadas por la miera, se extrae una nueva lámina que “refresca” la cara y facilita nuevamente la salida de resina. Esta operación se repite cada semana. La resina se recoge en un pote de barro.

El método Hugues supuso grandes mejoras en relación con el anterior. La ventaja fundamental fue



Foto 2.- Pino resinado por el método Hugues. Está siendo trabajado en 5ª entalladura y a ambos lados de la cara se han colocado las “serojas” obtenidas durante la última pica para dirigir la miera hacia el pote. Pinar de Aguilafuente.



Foto 3.- Fidel García, agente medioambiental y antiguo resinero, realizando una pica por el método "Pica de corteza".

Una mejora del método fue la sustitución del ácido líquido por pasta de escayola mezclada con ácido, que permitió aumentar al doble el intervalo de tiempo entre picas al propiciar la liberación gradual del ácido.

Ordenación de montes para aprovechamiento de resina

Hasta mediados del siglo XIX la resina fue aprovechada por el método primitivo de una forma un tanto anárquica. El pinar estaba sobreexplotado y no se preveía un aprovechamiento sostenible.

En 1865 entró en vigor el Pliego de Condiciones de este aprovechamiento, que trató de poner orden en esa caótica situación, estableciendo la obligatoriedad de señalar los pinos objeto del aprovechamiento, marcando unas dimensiones máximas de las entalladuras similares a las actuales y fijando en 16 cm el diámetro mínimo del pino para iniciar la resinación (el diámetro mínimo se elevó a 25 cm en 1883 y pasó a ser de 34 cm con la puesta en marcha de los proyectos de ordenación redactados a finales de siglo).

En este periodo no existe una planificación del aprovechamiento, a pesar de que buena parte se practicó en montes públicos de Entidades Locales tutelados por el Distrito Forestal. Sin embargo, en las provincias más resineras ya se planteó que el turno más adecuado es 80 años (40 años de crecimiento para obtener un diámetro mínimo más 20 años de resinación de 4 caras más otros 20 años de resinación de las entrecaras o repulgos).

La redacción de Proyectos para producción de resina recibe un gran impulso con la Ley de 1 de junio de 1894 por la que se admitían concesiones



Foto 4.- Carretilla, lata de remasar y bidón. Foto: Francisco Sánchez Aguado.

para la explotación de los montes por uno o dos quinquenios a particulares que dispusieran de Proyectos de Ordenación. En Segovia se ordenaron la mayor parte de los montes públicos de la “Tierra de pinares” gracias a esta norma.

El método propuesto fue el de Ordenación por Tranzones. Se dividió el cuartel en tantos tranzones como periodos correspondientes a la resinación de una cara comprendía el turno. El turno se fijó en 80 años y el periodo de resinación de una cara es de 5 años, por tanto, el cuartel tipo se dividió en 16 tranzones. Cada tranzón se resinaba durante 25 años. Posteriormente se cortaban los pinos y en un plazo de 10 años tenía que estar conseguida la regeneración. Durante el resto del turno (40 años) se realizaban los clareos, las claras y las podas que permitían volver a iniciar la resinación.

Este método requería que la masa tuviera una facilidad excepcional para la regeneración y que los crecimientos fuesen muy buenos. Ninguna de estas premisas se cumplía en los pinares de la llanura segoviana. Debido a las condiciones extremas de temperatura y humedad resulta casi imposible regenerar la masa en menos de 20-25 años. Por la misma razón, los crecimientos medios no superan 1,5 m.c./ha/año por lo que en 40 años los pinos no alcanzaban el diámetro mínimo para ser resinados. Por todo esto el método tuvo que ser abandonado.

El siguiente método elegido fue el de Tramos Permanentes. Las condiciones de aplicación eran similares al anterior pero era algo más flexible en cuanto al tiempo (el turno pasa de 80 a 100 años) y a la superficie de regeneración.

Los cuarteles se dividieron en 4 tramos, o lo que es lo mismo, cada tramo resultó de la unión de 4 tranzones del método anterior.

Se elevó a 25 años el periodo de regeneración y a 50 años el de crecimiento de la masa. Además, los objetivos que el método anterior pretendía conseguir a nivel de tranzón se focalizaron en los tramos.

TRAMO DE TRATAMIENTOS	TRAMO DE MEJORA	TRAMO DE RESINACIÓN	TRAMO EN REGENERACIÓN
Clareos Tratamientos selvícolas	Claras Podas altas	Resinación a vida	Cortas de regeneración Resinación a muerte
(0-25 años)	(26 a 50 años)	(51 a 75 años)	(76 a 100 años)

Debido a la ausencia de relieves topográficos que ayudasen a la distribución de tramos, las divisiones dasocráticas se materializaron en el terreno con la creación de calles artificiales, mantenidas mediante un gradeo anual. Dichas calles delimitan secciones, cuarteles, tramos y tranzones y sirven además como cortafuegos y como vías de acceso. Pueden apreciarse con facilidad consultando cualquier programa de navegación, lo que demuestra hasta qué punto las ordenaciones del siglo XIX han marcado el diseño y el paisaje de la llanura segoviana.

El método, a pesar del inconveniente de su rigidez, se adaptó muy bien al propósito de poner en valor amplias masas de pino resinero que estaban siendo explotadas de manera muy desigual y antieconómica, favoreció la repoblación de grandes rasos y reguló también los aprovechamientos de madera, pastos, etc.

La ordenación de los montes públicos por el método de tramos permanentes y sus revisiones posteriores, en las que se han ido corrigiendo las deficiencias del método, ha permitido el aprovechamiento ordenado de resina y madera de los pinares de llanura durante más de un siglo.

Actualmente, más del 90 % de los pinares ordenados por este método han superado su turno de transformación y se han convertido en masas regulares de pino negral.

El éxito del sistema radica en una gestión muy intensiva del monte durante todas las fases. En los primeros 25 años, se realizan clareos intensos en los que se eligen los mejores ejemplares (gruesos, rectos, vigorosos,...) y se podan para que las heridas cicatricen cuanto antes y no interfieran en el aprovechamiento de resina. Es muy habitual que al final de este periodo el número de pies por hectárea no sea superior a 300.

En el segundo periodo de 25 años, se eliminan los pies torcidos, delgados, con problemas en la copa, etc. Al final de esta fase no quedarán en pie más de 100-120 pinos/ha. No olvidemos que el objetivo es que al iniciar la fase siguiente, todos los pinos del tramo hayan alcanzado un diámetro mínimo suficiente para ser resinados. Es decir, todos los trabajos que se hacen en estas dos fases de crecimiento van encaminados a conseguir pinos sanos y gruesos (diámetro superior a 34 cm) para que puedan ser sometidos a un aprovechamiento de resina durante 25 años. Antes de que termine este periodo y preferiblemente en la primera mitad del mismo, para evitar nudos que dificulten la resinación, se podarán todos los árboles del tramo hasta una altura de 3 metros. Esa es la altura requerida para que el resinero pueda trabajar las cinco entalladuras que conforman una cara de resinación.

Los 25 años siguientes se destinan al aprovechamiento. En esa fase la gestión consiste en la elaboración de pliegos que regulen el aprovechamiento de modo que no se produzcan daños en el arbolado que puedan poner en peligro la supervivencia de la masa. Se controlan los periodos de resinación (en la meseta no conviene empezar el desroñe antes del 25 de febrero para evitar exponer a fuertes heladas al pino desprotegido de corteza), las dimensiones de las entalladuras, la distancia entre caras (distancias mayores a las permitidas impiden la ejecución de 5 caras), la ejecución de la pica en blanco, etc.

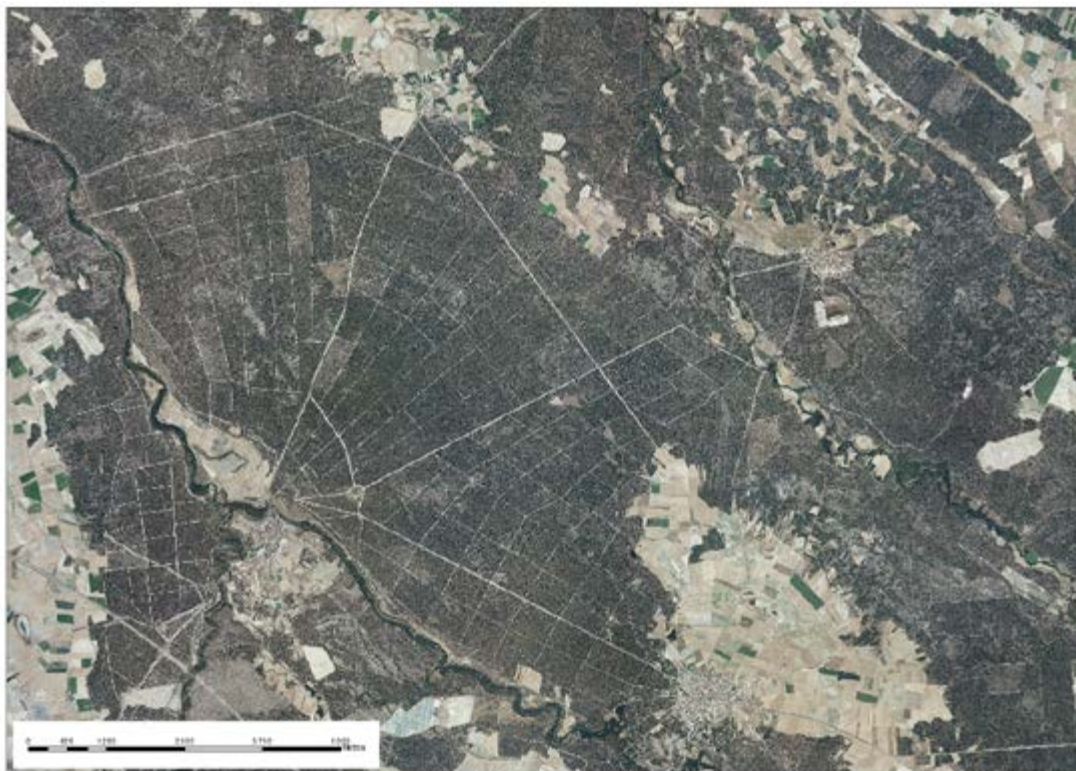


Foto 5.- Ortofoto de la Comarca de Gestión Forestal 6ª en la que se aprecian las calles dasocráticas y los tranzones de ordenación.

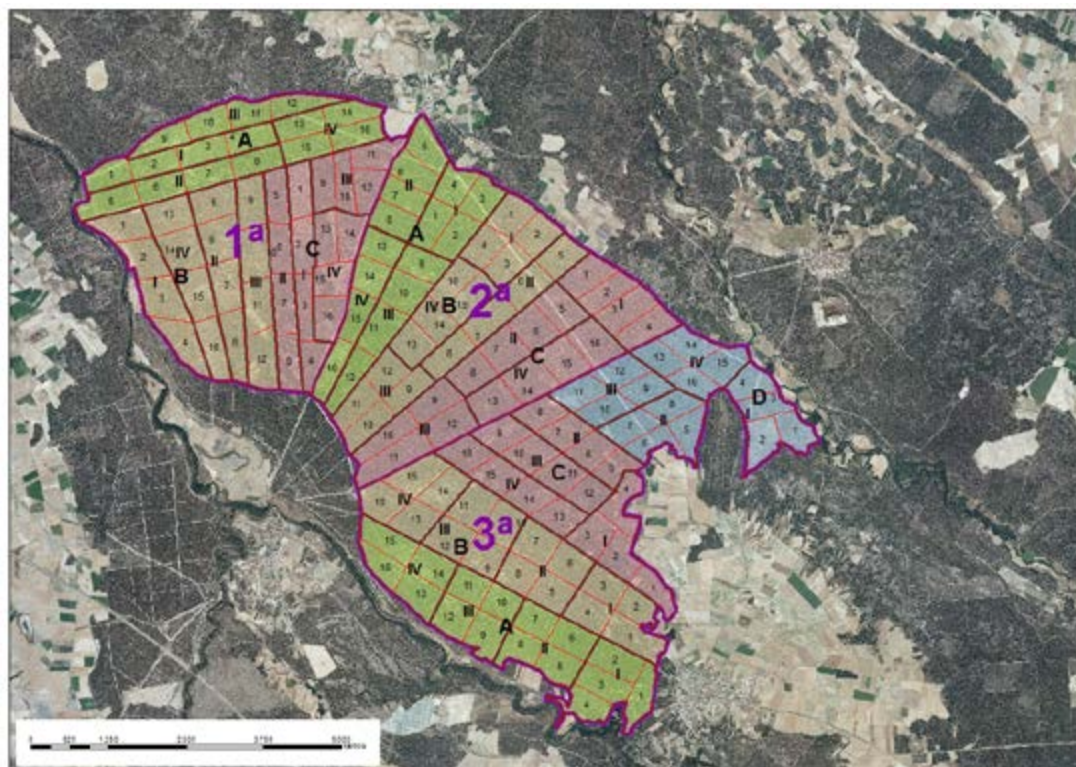


Foto 6.- Plano de la Ordenación del MUP nº 105 "Pinar Viejo" perteneciente a la Comunidad de Villa y Tierra de Coca.

Por último, quedan 25 años para regenerar la masa con la ayuda de las cortas por Aclareo Sucesivo y Uniforme. En este periodo y durante los primeros 5 años se puede resinar "a muerte" (término que no indica la muerte del pino sino la finalización del aprovechamiento) los lotes de resina que permitan abrir nuevas caras por estar constituidos por pinos más gruesos.

En la llanura segoviana éste es el periodo más delicado. Partimos de una masa muy aclarada y el objetivo es conseguir la regeneración natural en un plazo relativamente corto para un clima continental (sobre todo si se resina "a muerte" y el plazo se reduce a 20 años). En la primera corta se elimina aproximadamente 1/3 de la masa, eligiendo con mucho cuidado los pinos que deben permanecer (los que presentan mejor copa, los más vigorosos, los que están situados en claros o en el



Foto 7.- Foto realizada a mediados del S. XX en la que un guarda forestal indica el gran número de caras de un viejo pino resinado por el sistema Hugues.

borde de la masa...). Se plantea una nueva corta cuando se observa que hay suficientes manchas de regeneración natural cuyo crecimiento está siendo interferido por los árboles padres que las han generado. En ese momento se procede a eliminarlos. Finalmente, cuando la regeneración ocupa todo el espacio, se eliminan los árboles padres restantes, dejando siempre algunos pies por hectárea para favorecer la biodiversidad. Estos ejemplares permanecerán en el monte hasta su muerte natural.

Evolución de la resinación durante el siglo XXI

Durante la primera década del siglo, la resinación, que había sido el motor de la economía de la zona durante una gran parte del siglo anterior, estuvo a punto de desaparecer.

La crisis empezó mucho antes, en el último cuarto del siglo XX, pero en esa década todo empeoró a pesar de los esfuerzos de los actores implicados. La Consejería de Medio Ambiente facilitó el acceso de los resineros a los trabajos que se realizaban en los montes (señalamientos, tratamientos selvícolas, retenes de incendios...) para mantener la actividad de los trabajadores fuera de la campaña de resinación, las Administraciones Locales, propietarias de los montes, adjudicaron los aprovechamientos de resinas a precios muy razonables, los resineros asumieron beneficios muy bajos y participaron en todo tipo de proyectos para revitalizar el sector (promovidos por el Servicio de Medio Ambiente, CESEFOR, INIA, ETSI Montes) y la industria local, en el marco de un mercado internacional muy incierto, se arriesgó a mantener fijos los precios de la compra de miera durante toda la campaña.

Como ya se ha comentado, más de 50.000 ha de montes públicos estaban ordenadas para producir resina y madera. El precio de la madera estaba, como casi siempre, muy bajo y estábamos a punto de perder la posibilidad de aprovechar el producto que ha hecho rentables estos montes y que ha marcado la historia de estas comarcas. En pocos lugares de España los vecinos de los pueblos se refieren a parajes de sus montes con el número del tranzón o la letra del cuartel. La extracción de resina, un producto natural, sostenible, utilizado en infinidad de aplicaciones, había dejado de ser rentable. Los conocimientos del oficio de decenas de resineros que, cansados de tener míseros sueldos y trabajo temporal iban alejándose de los montes y de los pueblos, iban a perderse.

Y de pronto, cuando ya parecía que esta actividad secular iba a perderse sin remedio, la instalación de una nueva fábrica de transformación y una importante subida del precio de la miera en fábrica de aproximadamente 40 céntimos por kilo, derivada del aumento del precio en el mercado internacional revolucionó el sector y permitió continuar con la explotación de las matas que hasta el momento habían resistido y facilitó la explotación de tramos que habían sido abandonados desde hacía décadas. En ocho años se pasó de aprovechar 4.581 ha a 21.033 ha en los montes públicos de la provincia. El número de resineros se multiplicó en la misma proporción.

Este aumento drástico de la puesta en el mercado de pinos para su aprovechamiento resinero pudo acometerse gracias al mantenimiento de las ordenaciones y de la gestión de estos montes, en los que se siguieron haciendo los trabajos selvícolas y los clareos y claras necesarios para facilitar la ejecución del aprovechamiento, incluso en los años de inactividad resinera.

En la actualidad ya se ha puesto en explotación prácticamente la totalidad de la superficie resinable de montes públicos de la provincia. De hecho, la tendencia en estos montes será a la baja, ya que, cuando se termine la resinación de los matas que se abandonaron hace años y que ahora se han recuperado, la superficie de los tramos en resinación prevista en las ordenaciones será cercana a las 13.000 ha (1/4 parte la total) y sólo podrá ser superior si se resinan a muerte los pinos más gruesos de los tramos en regeneración, o las claras de los tramos de mejora o encontramos algún método para resinar de una forma rentable los pies menores que se eliminan en los clareos. Ese es uno de los objetivos en los que estamos trabajando.

No obstante, el principal reto radica en conseguir poner en valor las casi 40.000 ha de masas puras de pino negral que están en manos de propietarios particulares y que en la actualidad apenas se aprovechan porque la superficie media por propietario no supera 2 ha en esta provincia.

Por último, desearía acabar con una frase y una imagen del libro de Diego Gómez Gómez “La vuelta de los resineros” publicado por la Diputación de Segovia y que refleja la importancia de la resina en esta tierra:

“No es posible entender a Segovia de forma integral sin la industria de la resina y viceversa”.

Bibliografía

Allué C., Allué M. Junta de Castilla y León. Notas sobre la marcha ordenada del monte “Pinar Viejo” Coca, Segovia: I Descripción General, Antecedentes y Principales características del Proyecto de Ordenación. II Análisis general de la marcha ordenada, algunas consideraciones sobre la ejecución de la posibilidad maderable en el periodo 1901-1990. Cuadernos de la S.E.C.F. Nº 1. Octubre 1995.

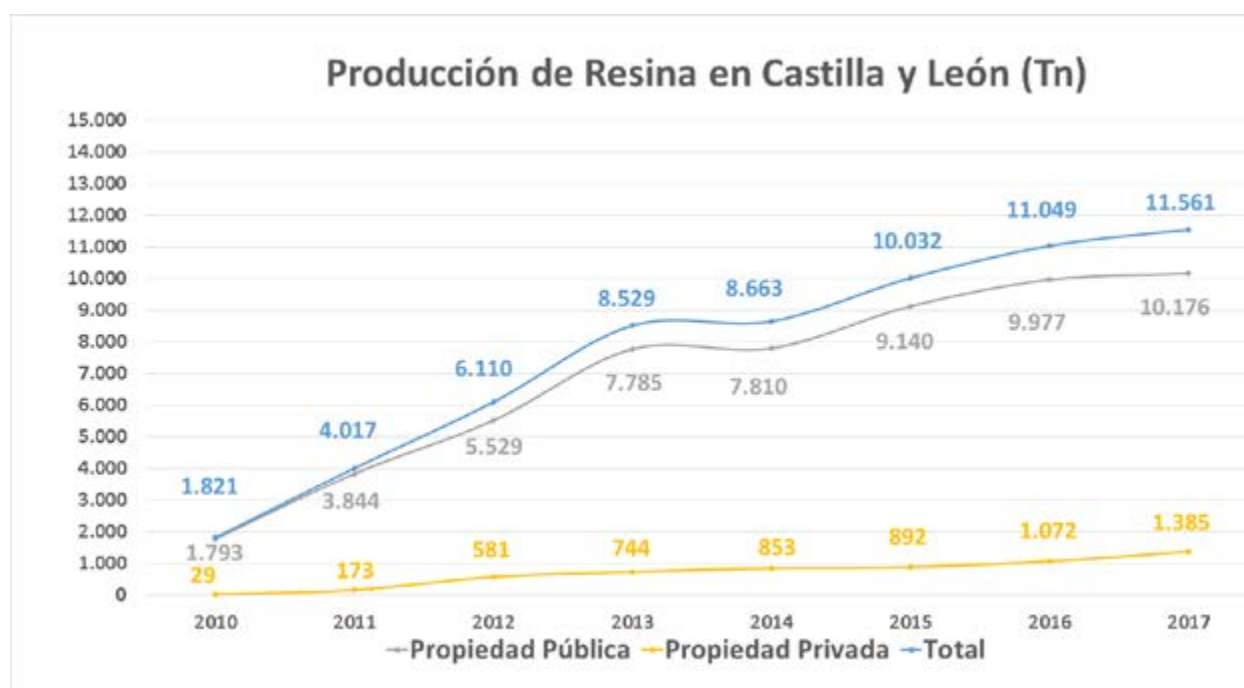
Castel, C. Proyecto de Ordenación de los montes de Navalmanzano, Pinarejos, Zarzuela del Pinar, Aguilafuente, Sauquillo, Turégano, Veganzones y Muñoveros. Documento inédito. Madrid. Enero 1898.

Esteve, M.A. Proyecto de Ordenación del monte “Pinar Viejo” de Coca. Tomos I (Memoria) y II (Apeo de Tranzones). Distrito Forestal de Segovia. Documento inédito. Segovia. Septiembre 1901.

Serrano, Manuel. Junta de Castilla y León. Ordenación de masas de Pinus pinaster en resinación. Cuadernos de la S.E.C.F. Nº 1. Octubre 1995.



Foto 8.- Resinero de la empresa Rincón de la Vega remasando en el Pinar Viejo de Coca. Método de pica de corteza descendente desde tercera entalladura. Foto: Diego Gómez Gómez



EL PINO NEGRAL EN EL VALLE DEL TIÉTAR: REGENERACIÓN POST INCENDIO

Claudia Suárez del Palacio, *Ángel Iglesias Ranz
Ingeniero de Montes. *Dr. Ingeniero de Montes
S.T de Medio Ambiente de Ávila

La comarca del Tiétar en la provincia de Ávila está conformada por una sucesión de laderas pertenecientes a la Sierra de Gredos (Sistema Central) cuya característica común es que poseen mayoritariamente exposición Sur, elevadas pendientes, abundancia de afloramientos rocosos, elevada pedregosidad, suelos pobres en nutrientes con escasa capacidad de retención de agua y un periodo estival largo y seco. La vegetación dominante que puebla dichas laderas son pinares de *Pinus pinaster* cuya titularidad es, en un 90% de naturaleza pública, gestionada por la Junta de Castilla y León (montes de utilidad pública). Se alcanza en Gredos una de las mejores representaciones de la especie en cuanto a porte y productividad.

Se trata por tanto de una comarca eminentemente forestal, con una trayectoria importante de gestión pública y cuyo objetivo principal ha ido variando a lo largo del tiempo en función de las necesidades de los titulares (ayuntamientos), del mercado de los productos principales y de la situación social de cada momento. La producción de madera, leñas y resina, junto con el aprovechamiento de pastos, ha ido variando en función de las variables indicadas a lo largo del tiempo, configurando unos sistemas forestales que, hoy en día, se encuentran más diversificados en cuanto a especies y presentan un potencial más elevado en lo que respecta a producción de madera, tal y como puede observarse en el seguimiento ordenado de los Montes de Utilidad Pública.

Dadas las características orográficas y climáticas de la comarca, durante la época estival existe un alto riesgo de incendios forestales, propiciado por las altas temperaturas y la escasa o nula presencia de lluvias y agravado por la existencia de vientos dominantes del S-SW que favorecen la propagación y complican los incendios como consecuencia de la pendiente y la continuidad del combustible, produciéndose un alto número de grandes incendios cuya extinción es muy complicada.

Estos grandes incendios tienen una configuración similar. Se inician habitualmente en las zonas bajas de la ladera, donde la presencia humana es más frecuente y ascienden pendiente arriba hasta alcanzar los piornales de alta montaña. Todos los factores citados, sumados a la complejidad orográfica, contribuyen a una rápida propagación del fuego. Por otra parte, la recurrencia de incendios, la erosionabilidad del terreno y la alta severidad del fuego suponen fuertes impactos en los montes de la comarca.

El *Pinus pinaster* en el Tiétar posee la peculiaridad de estar más adaptado a los incendios forestales que en otras áreas de la Península Ibérica, dado que sus piñas tienen dehiscencia serótina; mantienen los conos cerrados por la presencia de sustancias resinosas que se licúan por las altas temperaturas que se generan en un incendio, forzando su apertura y generando un caudal elevado de semillas de diversas generaciones que asegura la regeneración tras los incendios. Además, las semillas permanecen en el suelo mucho tiempo con capacidad germinativa, que se favorece también por el propio calor de la ceniza. El *Pinus pinaster*, por tanto, depende de su banco aéreo y edáfico para regenerarse.



Ilustración 1. Casavieja
año 1.

La regeneración natural se complementa además con semillado manual, con el fin de tener mayores garantías de restauración de una masa arbórea de la especie. Este trabajo se realiza gracias a la existencia de un banco de semillas en el Vivero Forestal Central de Valladolid (Junta de Castilla y León), proveniente de la recolección de fruto de todas las especies y procedencias de la vegetación natural de la región. De esta manera se garantiza la trazabilidad del material forestal de reproducción que se emplea en el semillado, distribuyendo semillas de los mismos pinares de la comarca.

El resultado es un repoblado extremadamente denso durante los primeros años que se mantiene mediante labores selvícolas a lo largo de un periodo de tiempo estimado en 10 años, momento en el que se puede dar por concluida la fase de regeneración. El tratamiento de la vegetación tras el incendio se inicia con el apeo del arbolado quemado, operación que debe realizarse con premura con objeto de favorecer la regeneración. Ambas actuaciones, apeo y semillado tienen carácter urgente, por lo que pueden realizarse incluso de forma simultánea. El aprovechamiento se realiza únicamente sobre los pies quemados y sobre todos aquellos que hayan podido resultar dañados y que producen atracción a insectos perforadores que pueden generar una plaga, dejando en pie todos aquéllos que permanezcan verdes.

Posteriormente se realizan varias actuaciones sobre el repoblado, que tienen por objeto asegurar la regeneración de los sistemas forestales, disminuyendo la competencia con otras especies y favoreciendo una densidad de planta cada vez menor según se incrementa el tamaño de los pinos. Dichas actuaciones son las que se exponen a continuación:

1.- Eliminación de la vegetación competidora. Una vez instalado el regenerado procedente de semilla, la mayor competencia que se produce es como consecuencia del desarrollo del matorral heliófilo. Esta actuación se realiza durante el segundo-tercer año tras el incendio.



Ilustración 2. Casavieja año 3.



Ilustración 3. Casavieja año 6.

2.- A partir del quinto o sexto año se repite la actuación de eliminación de la vegetación competidora mediante desbroce de matorral y se comienza a clarear la masa de pinos, con objeto de alcanzar una densidad de arbolado de 3.500 pies/ha.

3.- En el noveno-décimo año se repite nuevamente la labor de eliminación de la vegetación competidora y el clareo de la masa junto con una primera poda, con objeto de que las copas de los pinos se desarrollen. La densidad del arbolado tras esta actuación será de 2.000 pies/ha.



Ilustración 4. Casavieja año 9.



Ilustración 5. Regeneración post-incendio en el Valle del Tiétar (Cuevas del Valle)



Ilustración 6 y 7. Regeneración post-incendio en el Valle del Tiétar (Cuevas del Valle)

MEJORA GENÉTICA EN PINUS PINASTER

Javier Tranque Pascual

Ingeniero de Montes

Servicio de Restauración y Gestión Forestal de la
Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León

Pinus pinaster Ait. es una especie ampliamente distribuida en la Península Ibérica y muy empleada en repoblaciones forestales por su facilidad para vegetar en ambientes muy diversos y por su capacidad para satisfacer multitud de objetivos, tanto ecológicos como productivos.

La mejora genética de esta especie ha estado centrada en las últimas décadas principalmente en la producción de madera, y en menor medida en la de resina o resistencia a patógenos. Incrementar el valor añadido de las masas forestales redundaría en su mantenimiento, al percibirse como interesantes para el propietario, evitando que caigan en su abandono. Sin embargo, los programas de mejora requieren de plazos bastante largos en el tiempo ya que necesitan ciclos sucesivos de selección fenotípica, propagación, cruzamientos controlados, evaluación de las progenies y selección final, por lo que su desarrollo requiere de una meditada justificación.

Independientemente del posible empleo de un material mejorado, se hace necesario disponer de una planta de calidad genética, esto es, con capacidad para cumplir objetivos condicionados por el genotipo y su interacción con el ambiente. Además, se constata por parte del sector forestal una creciente demanda de un material forestal de reproducción de calidad genética y externa adecuada, que los proveedores deben asegurar, especialmente ante episodios catastróficos como son los grandes incendios forestales.

Este esfuerzo de asegurar el abastecimiento de semilla es el que realiza la Junta de Castilla y León a través del banco de semillas forestales del Vivero Forestal Central (Valladolid), donde se conservan en adecuadas condiciones de viabilidad, por ejemplo, más de 10.000 kg de semilla de *Pinus pinaster* de las distintas procedencias de Castilla y León.



Ilustración 1. Cámara de conservación de semilla en el Vivero Forestal Central de la Junta Castilla y León.

La comercialización de semillas y plantas forestales debe acomodarse a una estricta normativa sectorial como garantía de calidad del material; es preciso asegurar la trazabilidad mediante la correspondiente certificación y aprobar, previamente, las diferentes zonas de recolección de acuerdo a los niveles de selección, o incluso asegurando la identidad genética del material para las categorías mejoradas.

Las nuevas técnicas de reproducción y los avances en mejora genética pueden poner a disposición del usuario materiales testados con amplia superioridad respecto a caracteres de crecimiento y forma, así como mayores resistencias ante factores bióticos y climáticos, lo que puede reorientar la utilización de estos materiales en las nuevas plantaciones forestales.

En el caso concreto de *Pinus pinaster*, los trabajos en mejora genética de la especie permiten ofrecer materiales de reproducción de alto nivel de selección, por ejemplo categoría cualificada (etiqueta rosa) o controlada (etiqueta azul), estos últimos con una contrastada superioridad respecto al crecimiento en volumen, ramosidad y forma del fuste. Para ello, actualmente hay aprobados siete huertos semilleros, casi todos ellos instalados en Galicia a partir de ejemplares de la procedencia nº 1a. "Noroeste-costera", aunque uno de ellos, dependiente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, está ubicado en Segovia, y suministra semilla cualificada a partir de una selección efectuada en la procedencia nº 9. "Montaña de Soria-Burgos".

No obstante, el empleo mayoritario en repoblaciones de esta especie se centra en materiales de menor categoría de selección, sobre todo procedente de rodales selectos (material seleccionado, etiqueta verde) y en menor medida de fuentes semilleras (identificado, etiqueta amarilla).

En el caso de materiales de categoría seleccionada procedente de rodales selectos, las ganancias genéticas son moderadas ya que se basan en una selección fenotípica a nivel poblacional, sobre caracteres de baja o media heredabilidad, y sin una evaluación genética. Sin embargo tienen la ventaja de conseguir ganancias altas en cuanto a adaptación y ciertos factores cualitativos, y unos niveles de diversidad genética elevados. Estos rodales podrían servir, a su vez, de base para un posterior programa de mejora genética, caracterizando los mejores genotipos en cada procedencia.

Así pues, en Castilla y León se ha optado por el uso mayoritario de este material seleccionado, sin menoscabo de usar material mejorado cuando el objetivo así lo aconsejara. Aproximadamente el 80% de las plantas de *Pinus pinaster* producidas por el sector viverístico de Castilla y León corresponden a la categoría seleccionada, porcentaje que se mantiene constante en la última década. Están autorizados 21 rodales selectos de *Pinus pinaster* en Castilla y León, que suponen la mitad de los catalogados en el registro nacional, y con presencia en prácticamente todas y cada una de las regiones de procedencia que la especie tiene en la comunidad.



Ilustración 2. Rodal selecto RS-26/08/004 de *Pinus pinaster* en Carbonero el Mayor, Segovia.

Para la aprobación de los rodales selectos es necesaria una evaluación ecológica y sobre todo fenotípica, para lo cual es preciso emplear unos protocolos apropiados y preestablecidos. Dicho protocolos deben contemplar cómo realizar la fase de muestreo de los árboles seleccionados y describir la manera de evaluar los distintos caracteres en base a los cuales se va determinar la superioridad, como los relacionados con el crecimiento y la producción, la calidad de la madera o los relativos a las pautas de crecimiento (rectitud del fuste, ramificación, inclinación, bifurcación, poda natural, etc.).

Una adecuada silvicultura de estos rodales, eliminando mayoritariamente pies con caracteres a desechar, aumenta la intensidad de selección e incrementa la ganancia genética de los caracteres más heredables. Además, se incrementa el desarrollo de las copas favoreciendo las cosechas de fruto.

Ilustración 3. Preselección de árboles con caracteres fenotípicos superiores para rodal selecto en la procedencia nº 2. "Sierra del Teleno".



La producción de resina es otra de las líneas de mejora genética del *Pinus pinaster*. La resina es un aprovechamiento no maderable de gran interés local e importancia estratégica, siendo la comunidad de Castilla y León líder de producción a nivel nacional.

El programa de selección de grandes productores de resina en los montes resineros de Segovia, que fue desarrollado en la década de los 90, ha sido recuperado en los últimos años ante el impulso que ha recobrado este aprovechamiento resinero, y que localmente siempre ha mantenido su interés.

La base del programa de mejora estriba en la variación genética existente entre individuos para el carácter de producción de resina. Por ello se identificaron, a partir de una amplia preselección, 51 árboles plus con una producción media de más de 7 kg/año, siendo la media del control de 3,7 kg/año. A partir de esta población de mejora se instalaron bancos clonales para una evaluación precoz de los árboles plus, mediante técnicas de minirresinación (dada la correlación juvenil-adulto), así como unos ensayos de progenies para la evaluación genética de la superioridad, separando la componente genética de la ambiental.



Ilustración 4. Izqda.: Árbol marcado como gran productor. Dcha.: Ejemplar (injertado) del banco clonal del programa de mejora de los años 90.

En la última década, la colaboración entre la Junta de Castilla y León y el centro de investigación forestal del INIA ha retomado el citado programa de mejora. A su vez, por medio del Servicio Territorial de Segovia se han localizado 300 nuevos pinos resineros que se estimaron tenían producciones mayores a 10 kg/año. De ellos se han seleccionado unos 50 ejemplares que, junto a controles circundantes para contemplar la variable ambiental, se está evaluando en los últimos años

PRODUCCION			
Nº de caras abietas:	3	Nº Entalladuras:	4º
Método de resinación:	PCA	Orientación entalladura:	
¿Resinación a muerte?:	NOI		
Producción resina 2016		kg	ESTIMACION RESINERO
		6,90	kg PESADO POR AG. MEDIOAMBIENTAL
Producción 5 árboles más próximos		ARBOL 1:	3,30 KG
		ARBOL 2:	4,10 KG
		ARBOL 3:	6,10 KG
		ARBOL 4:	1,90 KG
		ARBOL 5:	4,30 KG
OTRA INFORMACION (optativa)			
Altura aprox (m):	11	Rectitud fuste (buena/regular/maia):	Buena
Altura ramas aprox (m):	5	Estado sanitario (bueno/regular/maio):	Regular
Perimetro (cm):	196	Edad aprox:	70-80 años
Marca Identificativa del árbol:	Anillo		

 A photograph showing a resin collection setup. A metal stand with a bucket is next to a tree trunk. A small container is attached to the tree trunk, and a larger container is on the ground.

Ilustración 5. Evaluación de nuevos y potenciales grandes productores de resina.

como candidatos a posibles grandes productores de resina. En estos ejemplares, así como en los árboles plus del programa original, se está recogiendo semilla anualmente con la que se producen en el vivero forestal de la Junta de Castilla y León unas 20.000 plantas/año con cierta ganancia en la producción de miera y que se están plantando en la provincia de Segovia.



Ilustración 6. Recolección de piña de árbol plus y producción de planta en vivero

Como retos futuros en este campo se contempla la posibilidad de catalogar diferentes tipos de materiales mejorados (huertos semilleros, progenitores de familia, clones o mezcla de clones) para su comercialización, e incluso la posibilidad de utilizar innovadores métodos de propagación vegetativa, como el miniestaquillado o el cultivo *in vitro*, para la producción de planta. La mejora genética, junto a la mejora tecnológica del proceso de extracción y la mejora selvícola de las masas, contribuirá a un incremento en la rentabilidad del aprovechamiento resinero y, por tanto, a una mayor valorización de estas masas forestales.



Ilustración 7. *Pino pinaster* como árbol sobresaliente en Tabuyo (León). Foto: Pablo Sánchez

6.- EL PINO NEGRAL: PASADO, PRESENTE Y PREPARACIÓN DEL FUTURO DE UN PINO MEDITERRÁNEO

José Ramón Guzmán Álvarez
Dirección General del Medio Natural Biodiversidad y Espacios Protegidos
Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Rural
Junta de Andalucía

Javier Venegas Troncoso
Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía

1. *Pinus pinaster* Ait. en Andalucía: una especie no suficientemente valorada

El pino negral, resinero o rodeno es una de las principales especies arbóreas que conforman los ecosistemas forestales de Andalucía. Su extensa distribución tiene mucho que ver con dos de sus características principales: su relativa frugalidad y su plasticidad, que al manifestarse de forma conjunta le confieren una gran adaptabilidad (Ruiz de la Torre, 2006; Blanco et al, 1997).

Nuestra intención en este trabajo es exponer la situación de esta especie en Andalucía (2019), haciendo una recapitulación sobre el estado del conocimiento sobre su distribución, ilustrando la práctica de la ordenación forestal, la selvicultura que se practica en los montes de pino negral y otros aspectos ligados a las funciones y servicios que aportan estos ecosistemas y presentando los riesgos que inciden sobre los pinares del siglo XXI y cómo los tenemos en cuenta. Pero antes de comenzar, llamemos la atención, sobre algo que con frecuencia nos pasa desapercibido: nuestra relación con este árbol.

A veces da la impresión de que, formando parte de un grupo botánico al que ya de por sí se le trata a menudo con excesivos prejuicios o se le valora con cierto desmerecimiento, cuando no con animadversión, el pino negral ocupa una posición menor dentro de sus congéneres (por ejemplo, es interesante constatar cómo han recibido mucha mayor atención los bosques relictos de pino silvestre o de laricio en Andalucía, Olmedo Cobo, 2012; Alejano y Martínez, 1996). Quizás sólo comparable con la falta de empatía vegetal con la que a menudo se contempla al pino carrasco. Habitado (más por imposición que por impulso propio) a vegetar en los marcos estrechos y regulares de las repoblaciones, se podría pensar que carece por lo general de los atributos de singularidad a los que asociamos otras especies. Tiende a pasar desapercibido, cuando no es minusvalorado, tanto si se le compara con las frondosas mediterráneas como con otros pinos, que llaman más la atención de la ciudadanía en general, pero también de la investigación por razones diversas (entre ellas, se podría citar el porte aparasolado y rotundo del pino piñonero, aliciente para metáforas de poetas; la fascinación que despierta la irregularidad de la forma del pino silvestre, máxime cuando crece en localidades serranas escogidas y pintorescas; o la magnificencia del conjunto de la envergadura y la silueta de los pinos salgareños). Y todo ello pese al gran valor visual y paisajístico de muchos pinos resineros o de bosquetes de esta especie, que destaca por su colorido contrastado, la continuidad de su tapiz o la tor-

tuosidad que adoptan los fustes cuando crecen en situaciones limitantes (hay buenos ejemplos de ello en Andalucía, como ya citara Juan Ruiz de la Torre, en sierras como las de Cúmpeta, Nerja o Almijara, sobre las peridotitas de la Sierra Bermeja o en los arenales del Cerro Huenes y el Trevenque en Sierra Nevada o en las sierras de Cázulas y Albuñuelas).



Foto 1. Pinar de *Pinus pinaster* de origen natural en el Cerro Huenes (Sierra Nevada, La Zubia, Granada).



Foto 2. Ladera cubierta por pinar de repoblación en la Sierra de los Filabres.



Foto 3. En primer plano, el pinar de Sierra Bermeja; al fondo, en tono más oscuro, el pinsapar (Genalguacil, Málaga).

El carácter que aporta el paso de los años a menudo no acompaña a esta especie, puesto que la mayor parte de su presencia actual se debe a pinares de repoblación y, por otra parte, entre sus características biológicas no se encuentra la gran longevidad (se le adjudican como edades de vida máxima 200 a 300 años). Por ello, resultará difícil encontrar ejemplares con la edad varias veces centenaria que caracteriza a individuos señeros y bien reconocidos de otras especies de pinos, lo que no favorece que su presencia se sedimente en el acervo de los paisajes culturales. De hecho, por lo general se le identifica con edades de reemplazamiento (turno) menores del siglo. Sin embargo, no debemos de olvidar la existencia de ejemplares que el paso de los años le ha aportado una solera biológica y conformación que invitan a la admiración.

Bajo las condiciones ambientales de presencia natural más contrastada y reconocida (sobre las peridotitas de las sierras del Occidente malagueño o las dolomías de los arenales y roquedos de las sierras interiores de Málaga y Granada), los pinos negrales más veteranos se resuelven en fustes con formas caprichosas o en un porte enhiesto y copudo que causa el asombro de los observadores casuales o de aquellos que se acercan a su contemplación sin prejuicios, ponderando el mero hecho de su presencia en esos ambientes tan difíciles. Es posible, en definitiva, que la comparativamente menor atención y el insuficiente aprecio que despierta en comparación con otras especies botánicas se deba a que el pino negral sea víctima de un canon de belleza arbórea poco acorde con la dureza de la vida en el Mediterráneo de los arenales empinados, y que sus manifestaciones como árbol de infantería, como tropa vegetal que asiste al territorio para que la naturaleza gane batallas de diversidad, estabilidad y enriquecimiento en ambientes a menudo muy hostiles, hayan sido, a veces, desafortunadamente malinterpretadas.

Son atributos del pino resinero el ser un árbol poco exigente, versátil, ubicuo, que convierte en difícil su adscripción ecológica, puesto que vegeta adecuadamente bajo distintos tipos de sustratos (arenas, limos, pizarras, esquistos, granitos, peridotitas, calizas cristalinas, mármoles, calizas dolomíticas) y climas (desde mediterráneo semiárido a mediterráneo húmedo).

Del estudio completo de sus estaciones de presencia se desprende su relativa versatilidad (Ruiz de la Torre, 2006). Aunque muestra preferencia por determinados sustratos (en Andalucía es característico de dos ambientes tan contrastados como los arenales y roquedos dolomíticos ricos en magnesio, por un lado, y las peridotitas, por otro), no siempre encontramos al árbol acidófilo o calcífugo, que se ha solido identificado (la relación del pino negral y los terrenos calizos ya fue planteada por Ceballos y Vicioso, 1933, pp. 69-72) Como tampoco se reduce a ser una especie colonizadora (que a veces es calificada como exótica) limitada a etapas secundarias o intermedias de la evolución del tapiz vegetal.

El carácter de este pino en sus localizaciones malagueñas fue acertadamente descrito por Ceballos y Vicioso (1933): *"El pino negral, Pinus pinaster Sol., es una especie característica de la región mediterránea occidental; su asociación está ampliamente representada en los montes de la provincia que estudiamos, dentro de los pisos templado y húmedo de la clasificación establecida, pudiendo hallarse desde las proximidades del nivel del mar en la desembocadura del río Guadalmanza, hasta altitudes algo superiores a los 1.700 metros sobre las vertientes de Sierra Almijara. Resiste bien este pino las temperaturas extremas corrientes en tales localidades, pero en nuestra latitud debe considerarse como de temperamento muy poco xerófilo; los pinares de la parte occidental de la provincia se extienden principalmente por la zona de máxima pluviosidad; sobre las montañas del límite oriental se sitúan a mayor altura y ceden su puesto al P. halepensis en cuanto la lluvia anual es inferior a unos 600 mm. La variada naturaleza y composición de los suelos en que se encuentra esta especie, nos obliga a considerarla como bastante indiferente a este respecto; las masas de mayor importancia y extensión, aparecen sobre dos clases de terreno de condición tan distinta, que dan lugar a facies del pinar de las que es preciso tratar con independencia"*.

Esta dificultad de adscripción a un nicho ecológico o a un tipo determinado de estación forestal es manifestación de su plasticidad: de hecho, quizás sea la especie (junto con el pino carrasco, pero éste en localidades más térmicas) que conjugue de forma óptima bajo condiciones limitantes el balance clima / sustrato / relieve, circunstancias en las que está competitivamente más adaptado que otras especies arbóreas (Blanco et al, 1997, p. 383; López Almansa et al, 2001).

El pino negral se distribuye por el piso altitudinal medio de buena parte de las sierras andaluzas, en donde vegeta en los dominios subesclerófilo y esclerófilo. De forma muy sintética, se puede afirmar que muestra afinidad por dominios azonales como roquedos y sustratos particulares con presencia de magnesio o minerales relativamente tóxicos como ciertos metales pesados (rodenales de areniscas rojas triásicas, calizas y arenas calizodolomíticas, peridotitas o serpentinas).

Es una especie adaptable a diferentes patrones ecológicos (Nicolás y Gandullo, 1967; Gandullo y Sánchez Palomares, 1994). Vegeta en áreas con altas o bajas precipitaciones (desde la Sierra de Las Estancias en el noreste de Almería a la Sierra de Grazalema, con el máximo pluviométrico regional), repartidas a lo largo del año o con sequías estivales (Blanco et al, 1997). Las necesidades mínimas de precipitación se sitúan en Andalucía en 400 mm, identificándose como umbral para su presencia que las lluvias medidas durante el periodo mayo a septiembre sean superiores a 75 mm, no llegando a tolerar 100 días secos al año (Ruiz de la Torre, 2006; aunque este autor anota que en las repoblaciones de la Sierra de Huelva se alcanzan 150 días de periodo seco). Se ha propuesto como mecanismo que interviene en esta resistencia a las condiciones de sequedad que la albura se recarga de agua rápidamente tras un evento de lluvias, pudiendo almacenar gran cantidad de agua en su tronco (Blanco et al, 1997).

Desde el punto de vista fitosociológico, las formaciones en las que el pino negral tiene protagonismo han ganado reconocimiento en algunas de sus localidades ecológicas (Nieto et al, 1989, 1991; Cabezudo et al, 1989), aunque más frecuentemente se les califica como comunidades secundarias, adjetivadas como paraclímax o disclímax de bosques de cupulíferas mediterráneas (así, Ruiz de la Torre, 2006, afirma que "*en la mayor parte de su superficie desempeña un papel serial, de sucedáneo heliófilo de las cupulíferas, consecuencia de las transformaciones*").

La gran plasticidad del pino negral ha debido contribuir a la diferente valoración geobotánica que le han dado los autores. Porque puede estar presente a lo largo de todas las etapas de reconstrucción o degradación de la vegetación, apareciendo en las fases iniciales de la colonización de terrenos desnudos, espesándose hasta el pinar puro e, incluso, manteniéndose como ejemplares aislados entre el dosel de las formaciones de frondosas que teóricamente constituirían el clímax zonal (Ruiz de la Torre, 2006).

Esta gran versatilidad lo convierte en una especie en cierto modo inclasificable, en el sentido de la dificultad a ser circunscrito en la rigidez de marcos conceptuales que aprehendan la complejidad de la dinámica de la vegetación.

Como en otras áreas de España, el pino negral ha sido intensamente aprovechado por el ser humano para obtener resina, pez, rollizos para entibamiento de minas, tablas para cajerío o como leña o madera. En cuanto a esta última, a pesar de no ser tan apreciada como la del *P. nigra*, por su menor resistencia y duración, ha sido muy utilizada en construcción y otros usos.

Gran parte de su superficie de ocupación potencial, como veremos, coincide con terrenos de cultivo (una importante fracción de la superficie de olivar, por ejemplo, está bajo el dominio potencial de esta especie). Al mismo tiempo, las cualidades restauradoras del *Pinus pinaster* son aprovechadas para reocupar áreas degradadas o campos abandonados.

Entre sus rasgos ecológicos destaca su aptitud como formación nodriza de las más exigentes frondosas mediterráneas (*Quercus ilex*, *Q. faginea*, *Q. suber*), que sacan partido del sombreado tenue creado bajo densidades apropiadas. Tampoco se ha de perder de vista su potencial de autosucesión después de un incendio, lo que en algunas áreas es determinante para interpretar la persistencia de este tipo de pinar en el tiempo (Vega, 2001). Sin embargo, hay que considerar que esta capacidad de autoperpetuarse tras un incendio está limitada por la frecuencia e intensidad de los sucesos, lo que explica desapariciones locales de pino negrales en algunas áreas con una elevada recurrencia de incendio (como en algunos enclaves del complejo de la Sierra de Almijara). A menudo puede darse lugar a una regeneración insuficiente, sobre todo bajo condiciones de pastoreo, empradizamiento o aparición de cobertura de matorral (Roque et al 2008).

Puede aparecer desde los estadios iniciales de evolución, sobre terrenos desnudo, e ir espesándose hasta el pinar puro e, incluso, sobrevivir como ejemplares aislados en el bosque maduro.

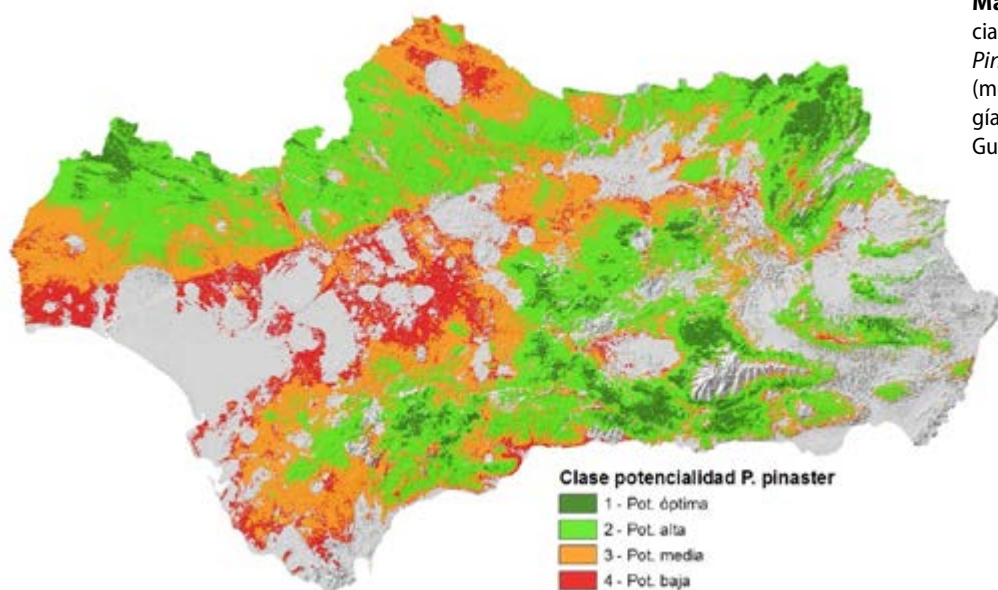
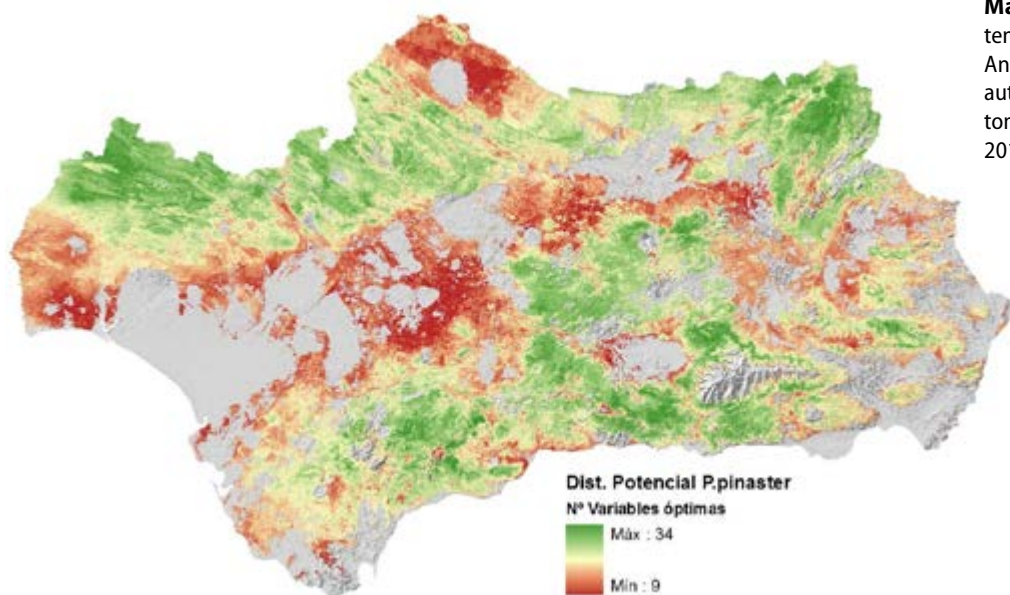
En realidad, el significado de las formaciones forestales de pino negral ha de ser reconocido en cada situación, consecuencia lógica de tratarse de una especie que puede desempeñar variadas funciones ecológicas, actuando como pionera colonizadora o como especie propia de etapas estables. Puede contribuir a reconstruir el paisaje vegetal temporalmente (por ejemplo tras un incendio, o a raíz de una repoblación), pero también tiene vocación de permanencia, especialmente en situaciones en donde existan factores naturales limitantes para otras especies o que generen una situación de sucesión natural cíclica con un periodo de recurrencia tal que impida el paso a otro tipo de vegetación, como en arenales dolomíticos o en áreas propensas a ser incendiadas (Blanco et al, 1997; López Almansa et al, 2001). Autoecología de *Pinus pinaster* en Andalucía: hábitat potencial del *Pinus pinaster* en Andalucía

En un trabajo reciente se han actualizado los valores autoecológicos que caracterizan a los pinares de *Pinus pinaster* en Andalucía (Tabla 1, a partir de Guzmán et al, 2012, 2013), obteniéndose como valores mínimos de precipitación anual 303,8 mm y como valores máximos 1.561 mm, con una precipitación estival situada entre 15,6 mm y 83,3 mm. Destaca el

amplio rango de las temperaturas medias de las máximas del mes más cálido (entre 25,9° y 37,2°), así como la variabilidad que muestran otras variables edáficas o climáticas: en su conjunto, y en comparación con las otras cuatro especies de pinos analizadas, el pino resinero presenta, comparativamente, la mayor plasticidad ecológica.

Parámetro	LI	UI	Mediana	US	LS
pv (precipitación de verano, mm)	15,6	31,8	45,1	83,3	83,3
ptt (precipitación anual, mm)	303,8	542,5	822,5	1.363,3	1.561,0
ta (tª media anual, °C)	9,8	11,7	13,4	16,4	18,4
tmaxc (tª media de las máximas del mes más cálido, °C)	25,9	28,5	31,3	35,3	37,2
etott (evapotranspiración de referencia anual, mm)	845,1	1.054,6	1.202,0	1.417,5	1.619,0
sdef (suma de déficits, mm)	238,0	303,0	374,0	515,0	719,0
arc (media ponderada del contenido de arcilla del perfil, %)	4,9	12,5	22,5	36,8	54,0
are (media ponderada del contenido de arena del perfil, %)	8,3	39,2	51,7	61,2	85,6
ph (media ponderada del pH en todo el perfil)	5,0	6,1	7,1	8,1	8,7
mo_sup (contenido de materia orgánica en el perfil, %)	0,9	1,8	2,7	4,8	9,2

Tabla 1 Parámetros autoecológicos del *Pinus pinaster* en Andalucía. Li: Límite inferior; Ui: umbral inferior (percentil 10); LS: Límite superior; US: Umbral superior (percentil 90).



Igualmente se calcularon la potencialidad y el índice de potencialidad del territorio para esta especie de pino a partir de la metodología de Sánchez Palomares et al (2004), evaluando la aptitud de estación en relación con la mayor o menor posibilidad de éxito a la hora de realizar una introducción o restauración de una especie forestal (Mapas 1 y 2). Se siguió la metodología de Gandullo y Sánchez Palomares (1994), aplicándola sobre la cobertura de información raster de presencia de la especie.

Óptima	444.567 ha
Alta	2.619.565 ha
Media	1.943.255 ha
Baja	687.273 ha
Total potencial	5.694.660 ha

Tabla 2. Superficie de ocupación potencial de *Pinus pinaster* en Andalucía según modelización por autoecología paramétrica (Guzmán et al, 2012).

La aplicación del modelo (Tabla 2) muestra que la distribución potencial de esta especie es considerablemente mayor que la superficie actual de presencia. Por otro lado, se pone de manifiesto que la distribución actual del pino negral se concentra en zonas de alta potencialidad.

Como se aprecia en el Mapa 1, la distribución potencial de *Pinus pinaster* abarca un área muy extensa, incluyendo una amplia superficie de aptitud y dedicación agrícola. Las zonas con potencialidad óptima coinciden con áreas en donde está presente. Este modelo, no obstante, debe ser contrastado con información edáfica a escala de estación para evaluar atributos no considerados que pueden ser determinantes para la vegetación del pino negral (como la relación calcio/magnesio).

En el trabajo mencionado de Guzmán et al (2012) también se aplicó la metodología MaxEnt, un método alternativo a la autoecología paramétrica de tipo predictivo o probabilístico del que se obtiene un modelo de distribución potencial de la especie. La modelización se basa en datos de presencia, estimando la relación entre los registros de las especies y un conjunto de variables ambientales. Se basa en el principio estadístico de máxima entropía: estima una distribución de probabilidades sujeta a una serie de restricciones que reflejan la información incompleta que poseemos sobre la distribución real de la especie. Con ello, se obtiene un mapa de distribución (Mapa 3).

Del modelo también se obtuvieron las variables ambientales que aportan una mayor contribución interpretativa a la distribución actual del pino resinero, que fueron las siguientes (Figura 1):

- sdef: Suma de déficits hídricos (mm).
- ta: Temperatura media anual.
- tmc: Temperatura media del mes más cálido.
- pte: Pendiente del relieve.
- mo: Contenido de materia orgánica en el horizonte superficial del suelo.
- etot: Evapotranspiración de referencia.
- pv: Precipitación de verano.
- ptt: Precipitación anual.

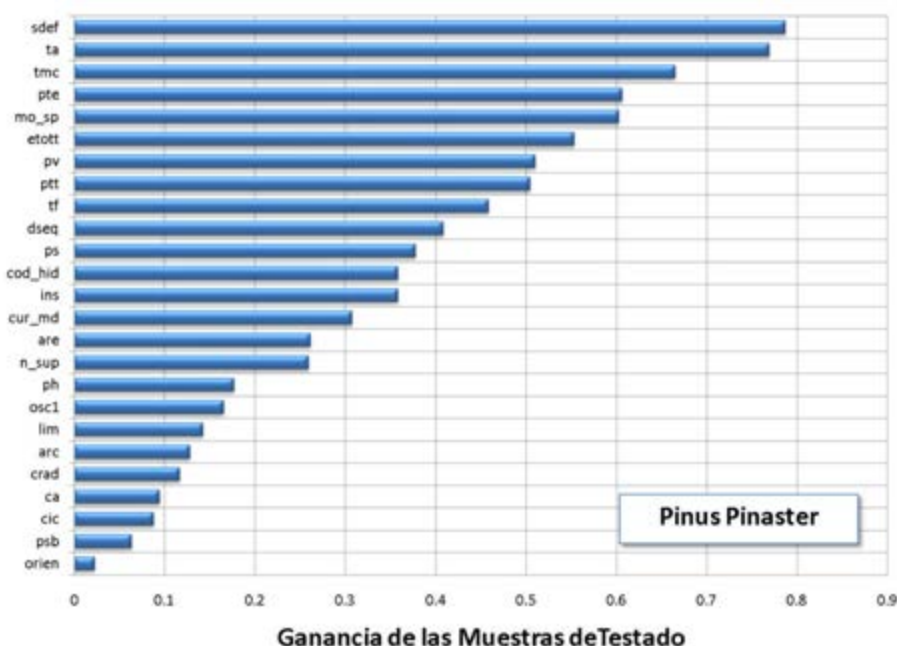


Figura 1. Influencia de las variables ambientales en el modelo de potencialidad de *Pinus pinaster* en Andalucía, aplicando el método MAXENT (Guzmán et al, 2012).

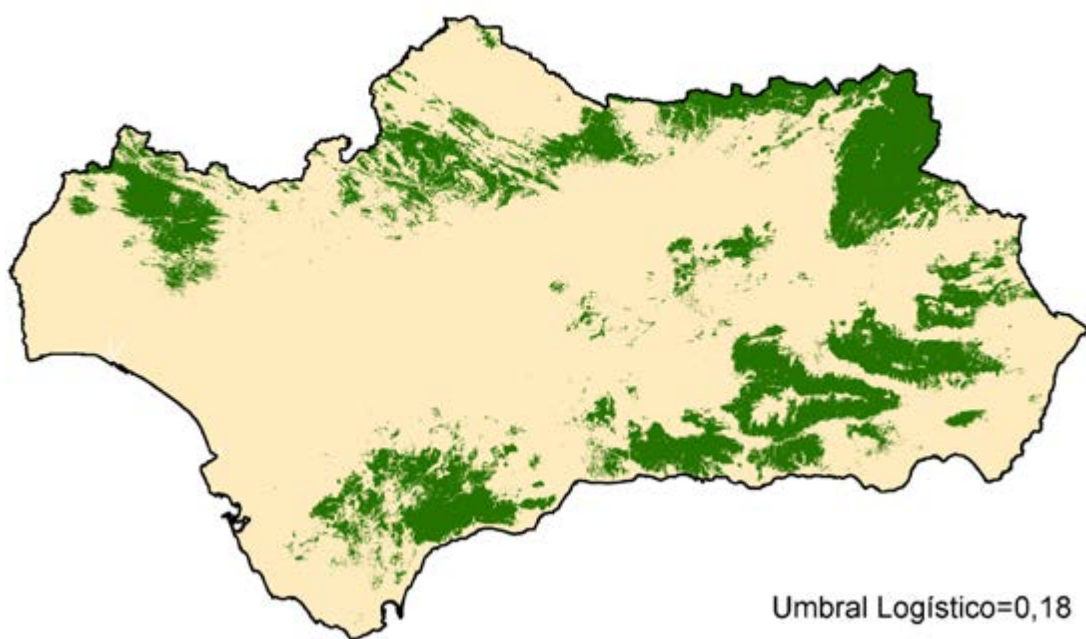
El índice de sitio se estimó tomando como referencia las curvas de calidad obtenidas por Gandullo y Sánchez Palomares para una edad típica de 50 años (Gandullo y Sánchez Palomares, 1994, Ríos et al, 2006). Con los pares de datos "altura total media-edad" de cada parcela de inventario, se determinó el valor de altura para la edad de referencia (50 años) mediante curvas interpoladas entre las curvas de calidad guía correspondientes. Este valor de altura total media para la edad de referencia es el considerado como índice de sitio, IS.

Con el IS de cada parcela de inventario del IFN y las variables ambientales se pasó a adjudicar un valor de IS para cada píxel del territorio (100 x 100 m). Como variables ambientales se seleccionaron un conjunto de 20, definidoras de las condiciones climáticas, edáficas y topográficas, con resolución espacial de 100x100 m. La cartografía del IS para cada píxel se obtuvo a través de regresiones krigging (inferencia espacial geoestadística).

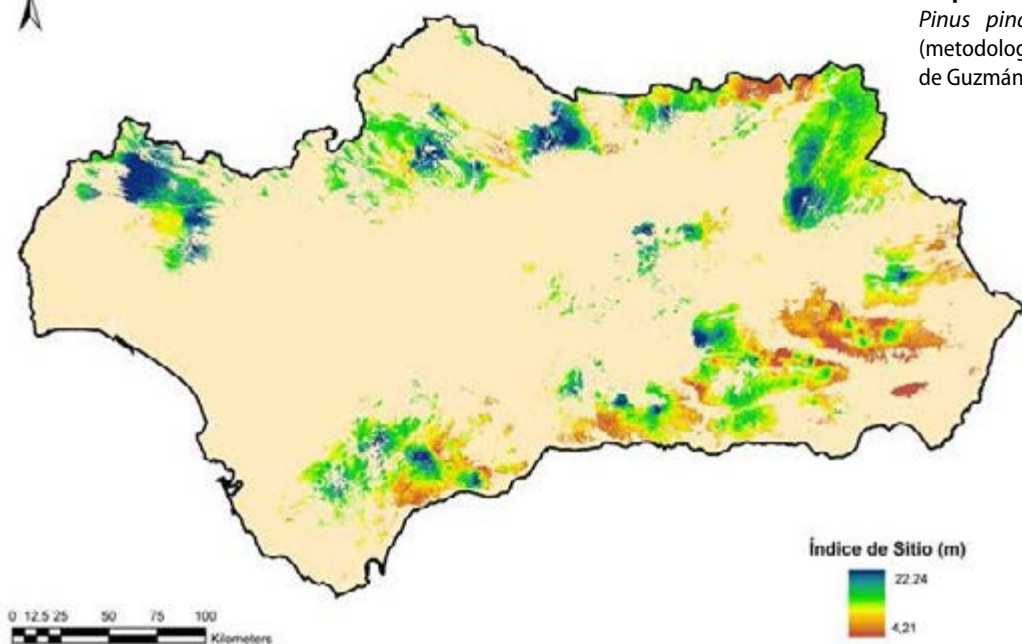
Los resultados del IS se agruparon finalmente en clases discretas de calidad de estación forestal (Mapa 4).

Distribución Potencial Pinus Pinaster

Mapa 3. Distribución potencial de *Pinus pinaster* en Andalucía (metodología MAXENT, tomado de Guzmán et al, 2012).



Mapa 4. Índice de Sitio (IS) para *Pinus pinaster* en Andalucía (metodología MAXENT, tomado de Guzmán et al, 2012).



2.- Distribución actual de *Pinus pinaster* en Andalucía

Es difícil precisar la superficie actual ocupada por el pino negral, resinero, borde o cortezúo (entre otros nombres que recibe esta especie) en Andalucía. Como ocurre en general con las estadísticas forestales, varía ostensiblemente según la fuente. En gran medida, esto es debido a los criterios utilizados para la identificación de la superficie ocupada por esta (u otra especie) y para su cuantificación. De hecho, el afinamiento de los guarismos finales depende tanto de la precisión de la medida como de la definición de las categorías. En nuestro caso, las cifras serán distintas si se toma como criterio contabilizar la superficie con presencia de pino resinero (que puede estar mezclado, en mayor o menor proporción, con otras especies) que si se delimita la superficie en la que el pino resinero aparece como especie arbolada única o principal.

Lo normal en los ecosistemas forestales naturales sería la primera situación; sin embargo, el origen más o menos reciente de una importante fracción de superficie a partir de repoblaciones forestales monoespecíficas hace que resulte habitual presentar las cifras de la superficie ocupada de manera continua por una única especie arbolada. La cuestión, de cualquier modo, no resulta sencilla, porque la existencia de masas mixtas introduce una gran complejidad a la hora de proponer valores representativos: las categorías muestran una acentuada tendencia a multiplicarse y se han de adoptar decisiones metodológicas en relación con las agregaciones que se propongan.

Esta dificultad metodológica se trató de resolver para el caso de los pinares de Andalucía en un trabajo de revisión (Guzmán et al, 2012, 2013) en el que se abordó la situación de las cinco especies de pinos presentes en la Comunidad Autónoma (*P. pinea*, *P. sylvestris*, *P. nigra*, *P. pinaster* y *P. halepensis*). El objetivo del trabajo fue disponer de una cartografía lo más detallada posible, sobre la que se pudieran implementar modelos de existencias y producción de la biomasa aérea, generando un visor de un Sistema de Información Geográfica para consulta pública (<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/bioforan/>). Para ello se integró la información de las fuentes disponibles de información forestal con base cartográfica disponibles: el Mapa Forestal Español (elaborado a partir del Inventario Forestal Nacional III), el Mapa de Usos y Coberturas del Suelo de Andalucía año 2007 (SIOSE, 1:25.000), la cartografía de vegetación de la superficie forestal de Andalucía (1996-2006, 1:10.000) y las parcelas de inventario de los Proyectos de Ordenación de Montes Públicos de Andalucía (90.142 parcelas procedentes de 174 proyectos).

Este conjunto de fuentes fue normalizado en un sistema de información geográfico de tipo ráster, para lo cual se incorporaron las fuentes de información originales, realizando las transformaciones oportunas en las coberturas de tipo vectorial, ráster o puntual. En concreto, la información de detalle derivada de las parcelas de inventario de las ordenaciones de montes públicos (que incorporan las especies presentes en cada unidad de recogida de datos) fue sometida a un algoritmo de interpolación no paramétrica (estimación de la densidad de Kernel). El resultado fue una serie de coberturas de distribución actual de la presencia de las cinco especies de pinos en Andalucía con un alto nivel de detalle (unidad de representación 100 x 100 m) y en el que, dado su proceso de elaboración, las superficies no son aditivas, puesto que en la misma entidad geográfica puede haber varias especies de pinos (Tabla 3).

	P. pinaster	P. halepensis	P. pinea	P. nigra	P. sylvestris
Almería	48.475	136.406	3.130	55.896	34.924
Cádiz	5.273	5.619	25.035		
Córdoba	37.755	4.010	100.397	81.690	
Granada	84.625	174.575	3.050		50.359
Huelva	40.373	2.393	202.530		
Jaén	128.264	160.360	88.830	92.140	38
Málaga	74.023	76.145	12.715	1.470	937
Sevilla	3.536	5.402	40.100	6	
TOTAL	422.324	564.910	475.787	231.202	86.258

Tabla 3.- Distribución actual (ha) de las especies de pinos de Andalucía (tomado de Guzmán et al, 2012).

Estas cifras difieren de las aportadas por el IFN III (Tabla 4) debido a razones metodológicas (entre otras diferencias, se destaca el carácter no aditivo de la clasificación anterior puesto que la misma unidad de superficie puede estar poblada por más de una especie de pino), aunque guardan la proporción entre las distintas categorías.

Las cifras reales de presencia del pino negral en Andalucía probablemente se sitúen entre las cifras aportadas por el IFN (Tabla 4) y el estudio de distribución actual de pinares en Andalucía (Tabla 3), ascendiendo a una cifra intermedia de 350.000 ha.

	P. pinaster	P. halepensis	P. pinea	P. nigra	P. sylvestris	Mezclas
Almería	21.297,93	100.851,92	2.534,55	33.208,74	18.790,65	29.331,65
Cádiz	3.717,72	2.602,84	16.930,49			2.117,00
Córdoba	32.309,94	3.635,58	77.999,01			19.769,35
Granada	68.533,93	135.493,83	2.320,45	73.207,81	37.599,57	72.035,40
Huelva	21.840,60	218,00	144.145,78			7.745,58
Jaén	96.276,29	111.368,17	65.103,79	84.779,24	106,00	77.246,41
Málaga	57.056,88	54.892,95	10.922,01	1.658,77	798,78	17.539,05
Sevilla	913,71	3.803,70	26.725,86			1.618,52
TOTAL	301.947,00	412.866,99	346.681,94	192.854,56	57.295,00	227.402,96

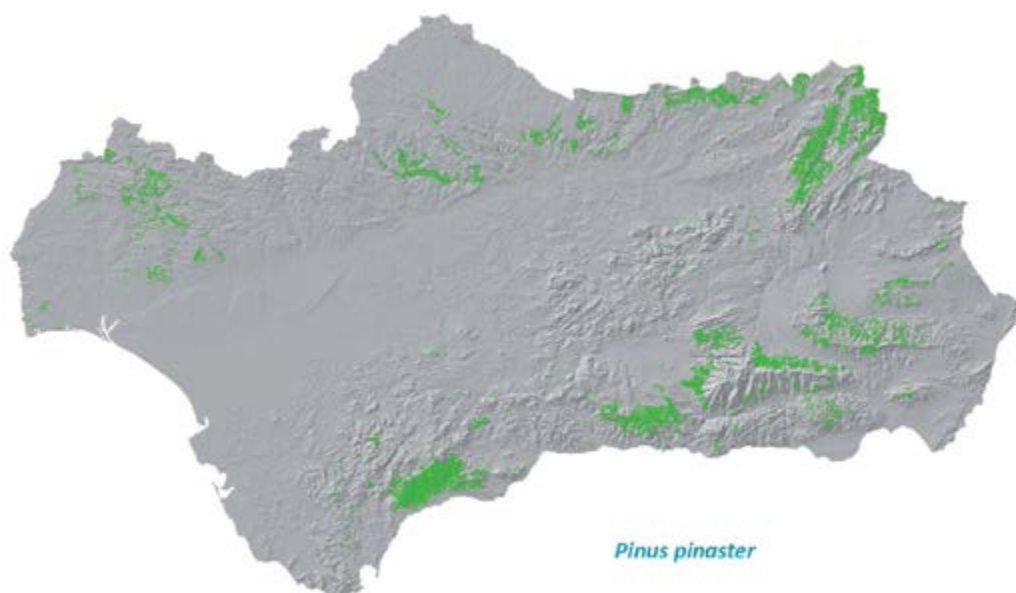
Tabla 4.- Distribución de las especies de pinos de Andalucía (tomado del Inventario Forestal Nacional, III).

El pino rodeno puede presentarse en el territorio desde árboles aislados en terrenos de matorral prácticamente desarbolados (superficie que, en muchas ocasiones, tiene su origen en incendios) a repoblaciones forestales densas con cobertura del dosel próxima al 100%. De la intersección de la cobertura de distribución actual del pino resinero con los usos del suelo (cartografía SIOSE de la Red de Información Ambiental de Andalucía) se deduce que principalmente lo podemos encontrar como formaciones de coníferas densas, seguido por formaciones de arbolado disperso y formaciones mixtas de matorral y pastizal con coníferas y otro arbolado. Tal y como se ha comentado anteriormente, al basarse estas dos coberturas gráficas en distinta metodología y diferentes criterios para delimitar las unidades territoriales y procesos de captura de la información (si bien la cobertura SIOSE ha sido una de las fuentes de partida para elaborar la distribución actual de pino negral), el resultado de la intersección incluye categorías no consistentes entre ellas (matorral y pastizal desarbolado, otra vegetación arbolada y otros usos como láminas de agua, terrenos agrícolas o construidos), lo que aconseja continuar profundizando en la mejora de la representación cartográfica de esta especie.

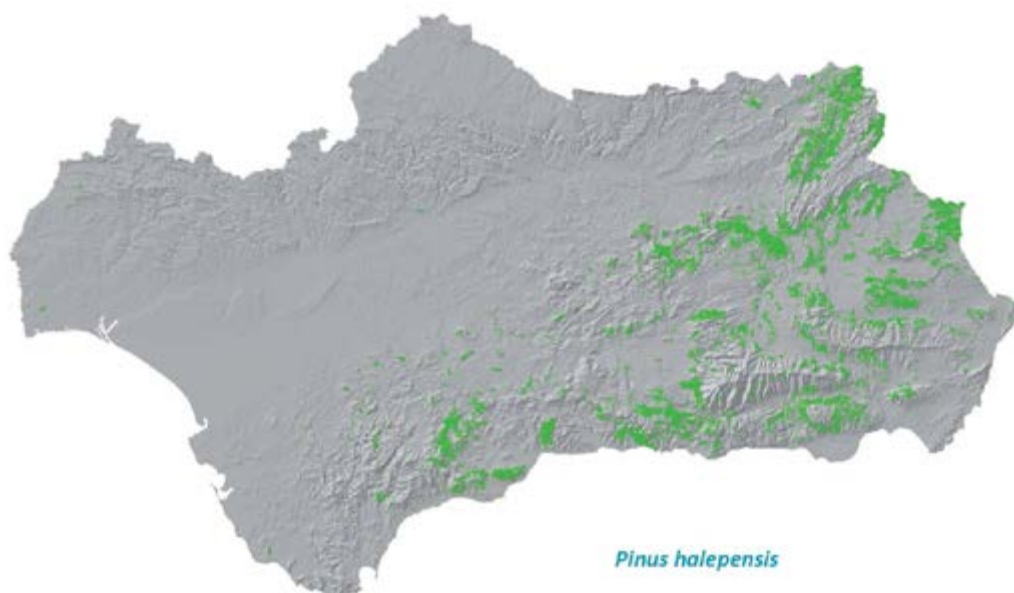
	Total P. pinaster (Guzmán et al. 2012)	Formaciones de coníferas densas	Formaciones de coníferas dispersas	Matorral y pastizal con mezcla de coníferas y otro arbolado	Matorral y pastizal desarbolado	Cortafuegos, zonas incendiadas y taladas	Otra vegetación arbolada	Otros usos
Almería	48.475	23.107	5.840	4.077	5.855	662	6.939	1.493
Cádiz	5.273	2.101	392	387	679	73	1.436	118
Córdoba	37.755	16.529	6.509	2.522	2.106	1.545	7.044	1.351
Granada	84.625	38.548	15.319	7.937	11.917	1.015	6.754	2.981
Huelva	40.373	8.290	3.828	2.903	4.255	1.349	16.854	2.074
Jaén	128.264	67.334	13.776	16.700	8.724	1.655	15.148	4.735
Málaga	74.023	21.607	22.739	4.370	7.593	3.443	10.782	3.493
Sevilla	3.536	685	283	562	455	178	1.117	166
TOTAL	422.324	178.201	68.685	39.458	41.585	9.920	66.076	16.412

Tabla 5.- Distribución actual del pino negral en Andalucía según tipos de formación vegetal derivadas de la agrupación de las categorías de los usos y coberturas de suelo de Andalucía (SIOSE).

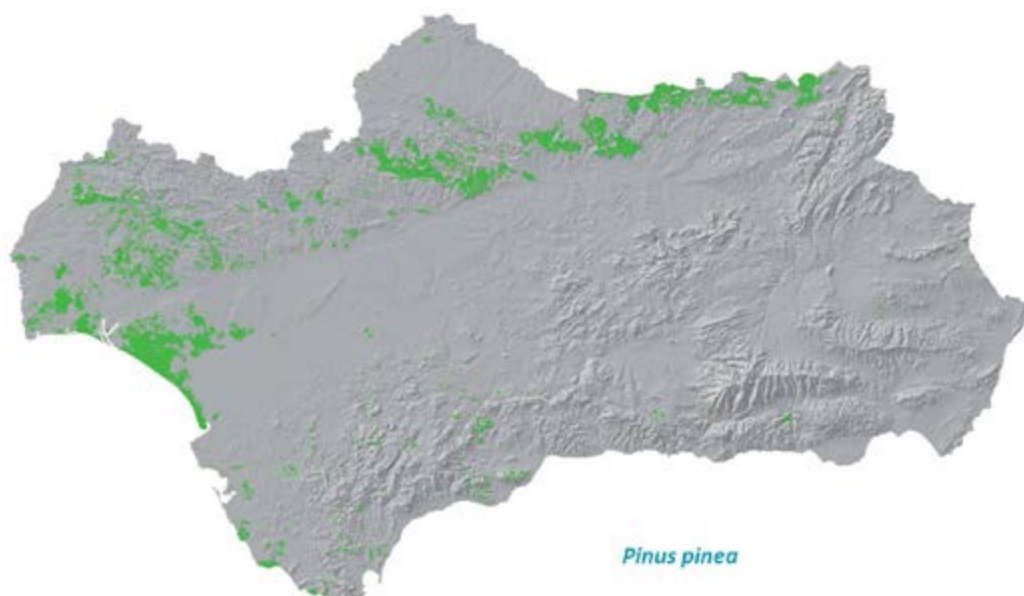
La cartografía obtenida permite disponer de una representación gráfica comparativa de la presencia de las especies de pináceas en el tercio meridional de la Península Ibérica (Mapas 5, 6, 7, 8 y 9).



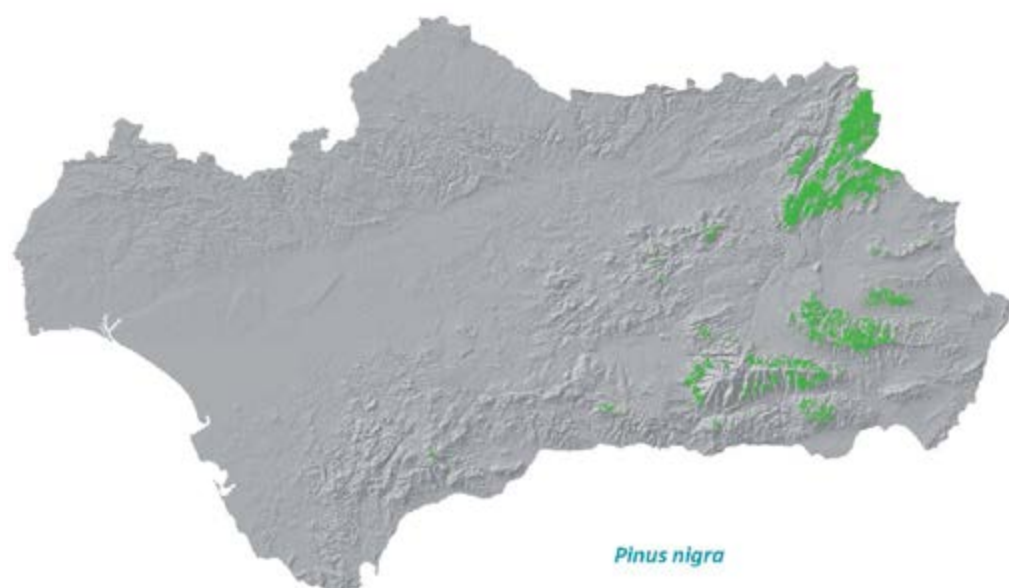
Mapa 5.- Distribución de *Pinus pinaster* en Andalucía (tomado de Guzmán et al, 2012).



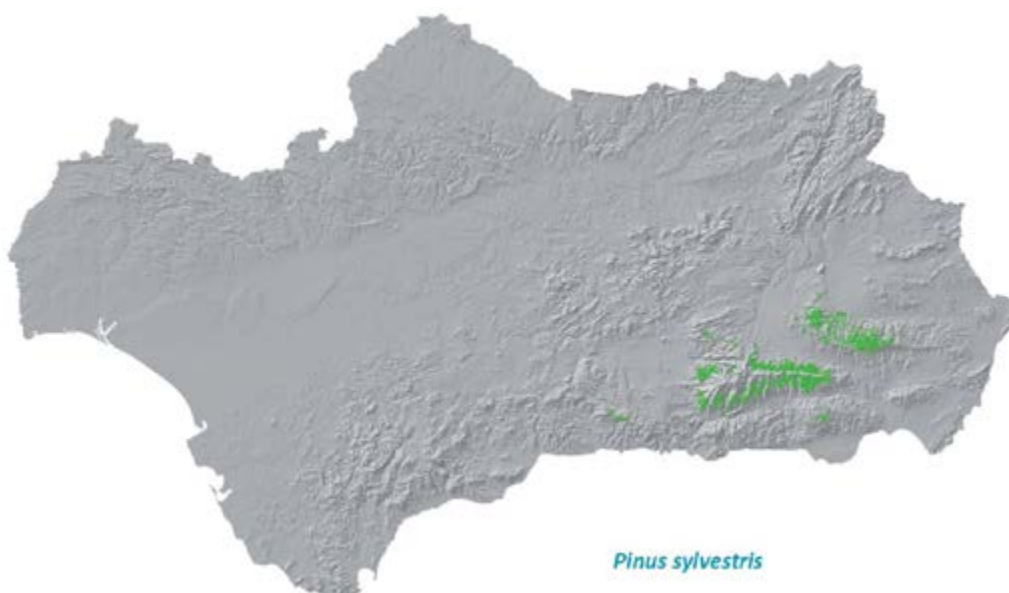
Mapa 6.- Distribución de *Pinus halepensis* en Andalucía (tomado de Guzmán et al, 2012).



Mapa 7.- Distribución de *Pinus pinea* en Andalucía (tomado de Guzmán et al, 2012).



Mapa 8.- Distribución de *Pinus nigra* en Andalucía (tomado de Guzmán et al, 2012).



Mapa 9.- Distribución de *Pinus sylvestris* en Andalucía (tomado de Guzmán et al, 2012).

Por otro lado, en cuando a la titularidad de los terrenos poblados por *Pinus pinaster*, casi el 60% es superficie pública (de la cual prácticamente la mitad pertenece a la Junta de Andalucía).

PROVINCIA	PRESENCIA <i>Pinus pinaster</i> (ha)	TITULARIDAD PÚBLICA			TITULARIDAD PRIVADA
		JUNTA DE ANDALUCÍA	AYUNTAMIENTOS	OTRAS ENTIDADES PÚBLICAS	
Almería	48.465,67	22.540,75	10.799,24	139,63	14.986,05
Córdoba	37.751,38	7.190,84	387,92	1.581,42	28.591,20
Granada	84.640,12	28.050,04	38.627,02	81,81	17.881,25
Huelva	40.372,77	6.480,35	8.301,94	97,62	25.492,86
Jaén	128.243,43	51.703,19	25.985,10	2.952,19	47.602,95
Málaga	74.020,44	8.176,43	27.490,80	5.328,32	33.024,89
Sevilla	3.536,68	1.548,69	55,80	3,64	1.928,55
Cádiz	5.271,96	1.634,92	1.635,23	179,22	1.822,59
Total	422.302,45	127.325,21	113.283,05	10.363,85	171.330,34
		250.972,11			

Tabla 5. Distribución de la propiedad en la superficie actual con presencia de *Pinus pinaster* en Andalucía (a partir de Guzmán et al, 2012).

Tanto las cifras como los mapas aportados evidencian las principales características geográficas de la distribución del terreno forestal en Andalucía: su estrecha relación con los territorios serranos y montañosos de la región, la gran cadena con sentido paralelo de Sierra Morena y el conjunto de Sierras Béticas que bordean el Valle del Guadalquivir que, salvo las hoyas y depresiones interiores, definen el territorio montañoso de la región hasta la misma franja costera.

3.- Carácter natural o procedente de repoblación de los pinares de *Pinus pinaster* de Andalucía

La cartografía de la presencia de pino negral en Andalucía no determina por sí misma el carácter natural o introducido (que en una fracción de la superficie posiblemente habría que interpretar como reintroducido, en aquellas áreas de distribución natural histórica de donde desapareció) de la superficie ocupada por esta especie. Por otro lado, aunque la dicotomía repoblación versus naturalidad de los pinares del sur de España podría pensarse que es bastante evidente, no resulta sencillo identificar entre estos dos tipos de pinares en campo ni, consiguientemente, plasmarla en la cartografía. Para ello es preciso recurrir a fuentes históricas y estudios temáticos que hayan abordado una cuestión que durante unos años resultó espinosa.

Aún se mantiene el eco de la controversia sobre el carácter nativo o exótico en la Península Ibérica del *Pinus pinaster*. Lo cierto es que a menudo se ha minusvalorado su papel ecológico, quizás porque no se ha prestado la necesaria atención a las poblaciones naturales y se hayan desconocido las funciones asignadas en su origen a las repoblaciones llevadas a cabo durante el siglo XX. De hecho, es el pino que ha sido más utilizado en repoblaciones (entre 1941 y 1988 fue plantado en 679.475 ha, según Roque et al, 2008, p. 406), pero, al mismo tiempo, al que se le reconoce una más amplia superficie de ocupación natural (Ruiz de la Torre, 2006).

Posiblemente esta controversia ya esté definitivamente superada ante la evidencia de pruebas documentales históricas y palinológicas o antracológicas que muestran su carácter autóctono en muchas localidades (Olmedo Cobo et al, 2009; Carrión et al, 2000, 2001; Carrión, 2002; López Almansa, 1999; Sánchez Gómez et al, 1995). En esta polémica ha podido influir que las interpretaciones geobotánicas partieran del sesgo de basarse en inferencias a partir de formaciones concretas de pino resinero cuyo origen corresponde claramente a repoblación artificial, lo que oscureció la visualización de las manifestaciones de origen natural. También ha podido tener influencia la distinta consideración que en algunos ámbitos han recibido las frondosas mediterráneas en comparación con las coníferas. Más allá de cualquier otra consideración, esta polémica tiene mucho que ver con el enfoque, con el modo de formular las preguntas, con los datos seleccionados y, también, con una cierta dosis de prejuicios.

Es evidente que buena parte de la superficie actual de pino negral en Andalucía es fruto de repoblaciones recientes (realizadas principalmente durante el siglo XX, aunque también pudo haber repoblaciones anteriores, que a juicio de autores como Gil (1991) no debieron ser muy relevantes), con sus atributos y valores, que conviven en la región con formaciones naturales y naturalizadas o subespontáneas (procedentes de la regeneración natural de pinares de repoblación) de carácter permanente o que están integradas en contextos de dinámica inherentes a la evolución del paisaje vegetal.

De cualquier forma, resulta difícil delimitar con precisión el área de distribución de los pinares actuales cuyo origen sea natural, debido a la continua utilización que ha hecho el ser humano de esta especie, contribuyendo tanto a su extensión (por implantación o favoreciendo su colonización a partir de áreas de origen artificial), como a su destrucción (Blanco et al, 1997, p. 387). Hasta la elección de los términos resulta complicada, dado que la aproximación será distinta si se pone el foco en la presencia de pinos o pinares con origen natural (que incorpora la dificultad de separación con los llamados "naturalizados", progenies procedentes de repoblaciones) o en la distribución histórica natural, que, entre otras cuestiones, obliga a acotar el escenario temporal del estudio. En realidad, la dicotomía más apropiada que puede hacerse es la diferenciación entre pinares procedentes de las repoblaciones artificiales del siglo XX y pinares cuyo origen sea anterior a éstas, aunque los ejemplares actuales en este segundo caso puedan tener menos de un siglo de vida porque procedan de la regeneración natural de pinos y pinares anteriores. Obviamente, siempre será posible que algunos de estos pinares procedan de actuaciones de repoblación anteriores, aunque la frecuente localización de este tipo de pinares en localidades frías, roquedos y arenales de difícil acceso, muchas veces muy alejados de los centros de asentamiento humanos, convierte esta alternativa, a nuestro entender, en poco probable.

Por último, conviene no olvidar los procesos de extinción locales (parafraseando el título de una ponencia reciente de Luis Gil, 2019) más o menos recientes que han podido sufrir las especies de pinos, como ocurre con otras especies vegetales.

Aún reconociendo todas estas limitaciones, es posible realizar una propuesta que suponga una aproximación a la distribución de los pinares naturales (no procedentes del gran impulso repoblador del siglo XX).

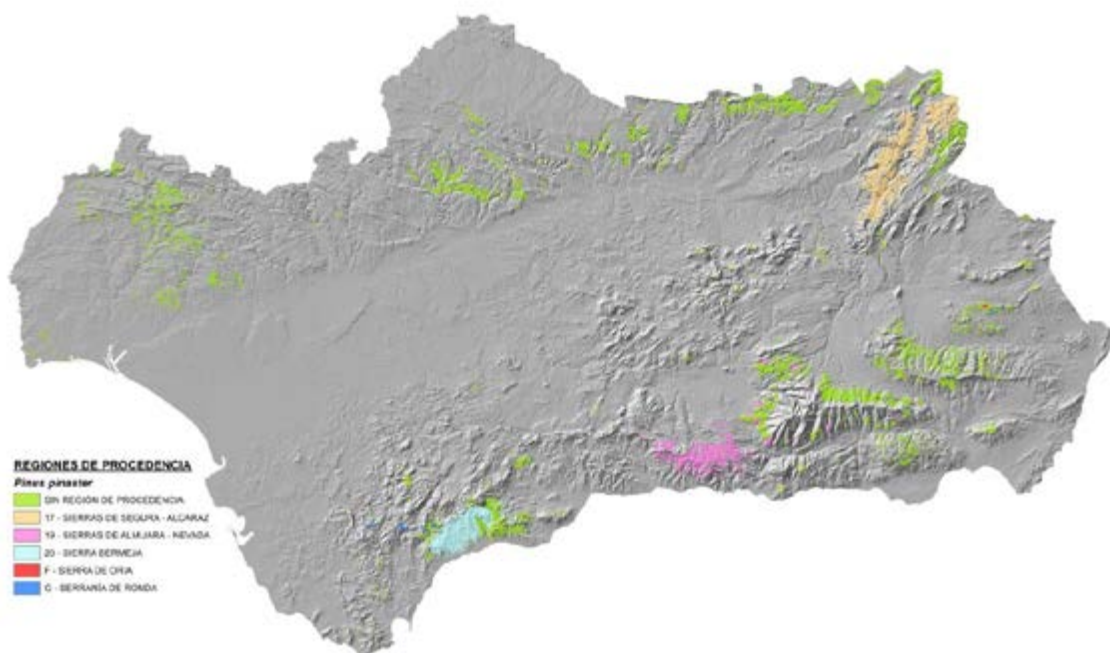
Para elaborar la cartografía de la presencia histórica de *Pinus pinaster* en Andalucía se ha partido de la recopilación de fuentes bibliográficas originales y trabajos de síntesis.

Como referencia básica, se ha tomado la delimitación de las regiones de procedencia de *Pinus pinaster* presentes en Andalucía (Alía et al, 1996; Rosúa et al, 2001):

- Región de procedencia 17.- Sierras de Segura-Alcaraz (compartida con Castilla-La Mancha).
- Región de procedencia 19.- Sierras de Almijara-Nevada.

- Región de procedencia 20.- Sierra Bermeja.
- Zona de conservación F.- Sierra de Oria.
- Zona de conservación G.- Serranía de Ronda.

Esta clasificación (Mapa 10) ofrece gran detalle en su delimitación para las zonas F (Sierra de Oria) y G (Serranía de Ronda), para el ámbito de Sierra Nevada y otras sierras del centro de la provincia de Granada de la región de procedencia 19 y para parte de la región de procedencia 20. Para el conjunto de la 17 y para la parte de la Sierra de Almirajara de la 19 y una parte de la 20, la plasmación cartográfica es menos detallada, incorporando de forma continua en la demarcación el territorio de presencia actual de pino negral, en el que se constata que existen pinares procedentes de repoblaciones efectuadas en el siglo XX.



Mapa 10. Regiones de procedencia de *Pinus pinaster* en Andalucía (elaboración propia a partir de Alía et al, 1996).

El paso siguiente ha consistido en sistematizar la información procedente de fuentes documentales y bibliográficas adicionales, contrastadas con el conocimiento experto de investigadores, técnicos y agentes colaboradores, lo que ha permitido delimitar el espacio ocupado, aproximadamente, por poblaciones de origen natural y proponer una cartografía del origen de la superficie de pinar de pino resinero de Andalucía (Mapa 11).

Entre los trabajos que han aportado información histórica sobre la presencia de *Pinus pinaster* (y, por ende, poblaciones identificadas como de origen natural), se encuentra la obra definitiva de Ruiz de la Torre (2006), en la cual están mencionadas las localidades de la Sierra de Segura, las Béticas centro-orientales y meridionales (arenas dolomíticas de las sierras de Quéntar, sierra Nevada (Dílar-Monachil), Albuñuelas, Almirajara y La Resinera y el enclave aislado de los encinares de La Peza, en Granada), las Béticas occidentales (sierras de Yunquera y Tolox, divisoria meridional del Genal, Sierra Alpujata y otras sierras Bermejas, en Málaga) y los enclaves del Sureste (en donde cita expresamente los pinares de la Sierra de Oria, en Almería). En el epígrafe 7 se mencionan las fuentes bibliográficas adicionales que se han consultado en relación con la presencia histórica de *Pinus pinaster* en Andalucía (poblaciones naturales o naturalizadas previas a las grandes repoblaciones del siglo XX).

Las categorías finales propuestas en esta cartografía de presencia histórica de *Pinus pinaster* en Andalucía son:

1.- Áreas extensas que coinciden con regiones de procedencia de *Pinus pinaster* (Alía et al, 1996).

Coexisten repoblaciones realizadas a lo largo del siglo XX con zonas más o menos extensas de origen natural o, en ocasiones, con pinares naturalizados o subespontáneos, que muestran una notable irregularidad estructural y diversidad específica. Pueden incluir ejemplares o rodales longevos cuyo origen sea anterior al siglo XX, o rodales procedentes de la regeneración de pinares de origen natural (a partir de actuaciones selvícolas de cortas o a partir de procesos de recuperación natural tras extracciones de gran intensidad, incendios u otras catástrofes). Debido que en las proximidades puede haber pinares de repoblación, puede resultar muy difícil discriminar la procedencia de estos pinares posteriores a las grandes repoblaciones, salvo que se empleen técnicas genómicas, puesto que los ejemplares podrían ser descendientes de pinos naturales, de repoblación o de su mezcla.

En esta situación se incluye:

- Sierras de Segura y Cazorla. Región de procedencia 17. En Alía et al (1996) y Relaciones Topográficas de Felipe II, 1575 (en López Almansa, 199).
- Sierras dolomíticas de Málaga. Región de procedencia 19. En Alía et al (1996) y Willkomm (1847), Ceballos (1933) y Ceballos y Vicioso (1933).
- Sierras dolomíticas de Granada. Región de procedencia 19. En Alía et al (1996) y Willkomm (1847), Prados (1930).
- Sierras Blancas y Bermejas de Málaga. Región de procedencia 20. En Alía et al (1996) y Boissier (1839).

2.- Áreas puntuales que coinciden con regiones de procedencia de *Pinus pinaster* (Alía et al, 1996) y en donde se constata la presencia de zonas con presencia histórica de pinar.

En estas áreas de superficie mucho más reducida que las de la categoría anterior, también existen áreas de pinar de repoblación, pero la cartografía y el estudio de campo permiten distinguir con buen grado de detalle las masas naturales de las repoblaciones (siendo conscientes de que pueden existir errores de adscripción a una u otra categoría). Por otro lado, debido a la proximidad entre los pinares procedentes de repoblaciones realizadas en el siglo XX y aquellos otros con un origen previo, en muchas situaciones no es posible garantizar si las diferentes progenies proceden de ecotipos locales.

En esta categoría se incluyen:

- Orla caliza de Sierra Nevada. Región de procedencia 19. En: Caro (1928), citado en Navarro y Medina (2009).
- Sierra Nevada meridional. Región de procedencia 19. En Alía et al - (1996).
- Sierras litorales de Granada. Región de procedencia 19. En Alía et al (1996).
- Sierras interiores de Granada. Región de procedencia 19. En Alía et al (1996) y Willkomm (1847).
- Sierra de Las Estancias, Oria y Madroñal. Zona de conservación F: Sierra de Oria. En Alía et al (1996) y Losa y Rivas Goday (1968).
- Valle del Genal. Zona de conservación G. En Alía et al (1996).
- Areniscas del Aljibe. Zona de conservación G. Cancha del Pinar. En: Alía et al (1996) y Ceballos y Martín Bolaños (1930).

3.- Otras superficies de origen natural.

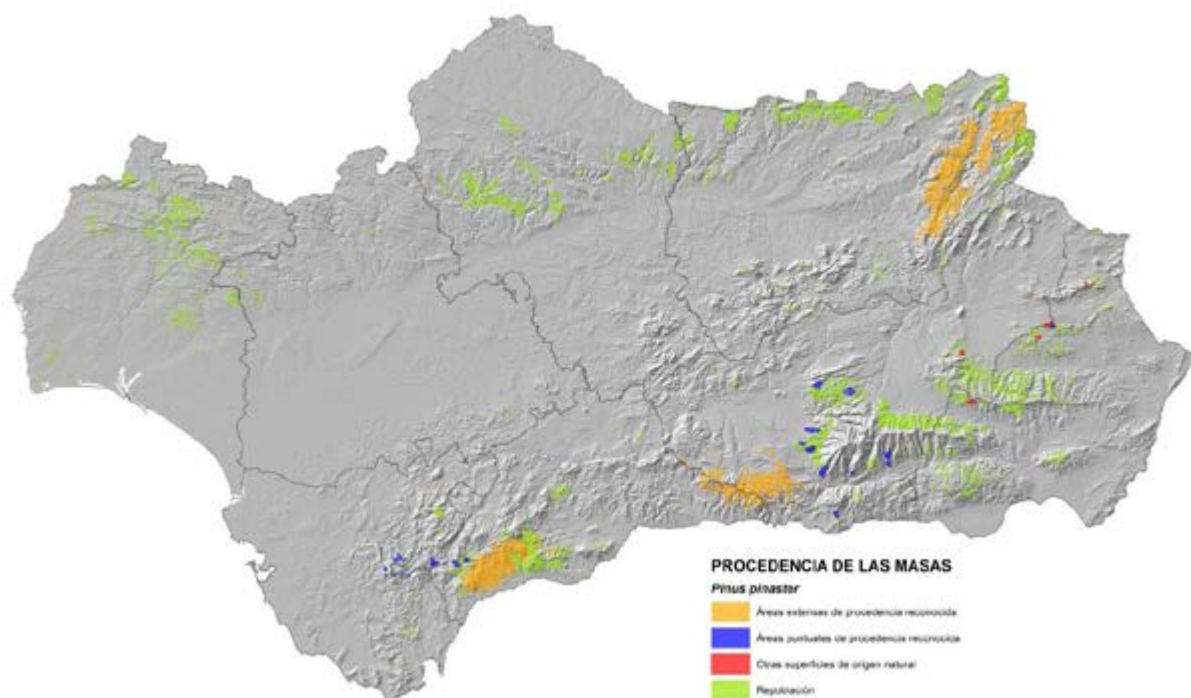
Áreas geográficamente acotadas de pinar negral de las cuales existen evidencias bibliográficas u otras referencias que permiten asignarles un carácter histórico natural pero no han sido identificadas como regiones de procedencia.

De la misma manera que en el caso anterior, debido a la proximidad entre los pinares de origen natural y los pinares de repoblación, en muchas situaciones no será posible garantizar la procedencia a partir ecotipos locales de las nuevas progenies:

- “Pinares Blancos” (Sierra de Lúcar, Almería). En Navarro Domínguez et al (2001).
- “Los Pilillos” o “Las Pilillas” (Sierra del Madroñal, Sierra de Las Estancias, Cúllar, Granada). En Navarro et al (1999).
- “Cruz de la Chaparra” (Sierra de Baza, Granada. En Rivas Goday (1941).
- “Los Chispones” (Sierra de Los Filabres, Doña María, Almería). En Losa y Rivas (1968).
- “Umbría de María” (Sierra de María – Los Vélez, María, Almería). En Willkomm (1882).

4.- Grandes áreas en donde el pinar actual procede en su totalidad (salvo estudios que aporten información adicional) de repoblaciones realizadas en el siglo XX:

- Sierra de Grazalema y otras sierras de Cádiz.
- Sierra de Mágina y otras sierras interiores Béticas (Jaén, Córdoba).
- Sierra de Mijas, Montes de Málaga (Málaga).
- Sierra Nevada Septentrional (Marquesado del Cenete), Sierra de Huéscar Castril y La Sagra (Granada).
- Sierra de Gádor, Sierra Alhamilla (Almería).
- Sierra Morena (Huelva, Sevilla, Córdoba y Jaén).
- El Andévalo y La Costa (Huelva).



Mapa 11. Procedencia de la superficie de *Pinus pinaster* en Andalucía. Propuesta a partir de fuentes bibliográficas y conocimiento experto.

4.- El pasado más lejano: glaciaciones, refugios y respuestas al cambio climático

Con carácter previo a la descripción de las áreas con presencia de pinares naturales en la actualidad, repasemos lo que se conoce sobre la distribución histórica del pino negral en base a las disciplinas paleobotánicas.

Los refugios que permitieron sobrevivir a las especies de la flora europea durante el último intervalo frío (c. 75.000 a 10.000 años BP) se localizaron principalmente en áreas microclimáticamente favorables en valles de sistemas montañosos y del litoral de las zonas meridionales (Bennet et al, 1991). Para las especies de la Península Ibérica, entre estas zonas refugio se encuentran el litoral meridional y las cadenas béticas.

Investigaciones filogeográficas realizadas con distintas técnicas moleculares han permitido disponer de una historia lejana del pino negral y sus refugios durante la última glaciación en la Península Ibérica (Burban et al, 1999; Burban y Petit, 2003; Salvador et al, 1997, 2000; De Barba et al, 2001).

A nivel europeo, el análisis de ADN mitocondrial y de cloroplastos determinó la existencia de tres poblaciones: Italia y sur de Francia, España y oeste de Francia y Marruecos (Burban et al, 1999; Burban y Petit, 2003), no detectándose diferencias entre las muestras procedentes de la Península Ibérica. Sin embargo, el estudio de isoenzimas de Salvador et al (1997, 2000) separó las poblaciones del sur (a partir de muestras procedentes de Estepona en las peridotitas de Málaga, La Peza en las estribaciones de Sierra Nevada, en Granada, Oria en Almería, y Riopar, en la Sierra de Segura de Albacete) respecto al resto de poblaciones peninsulares estudiadas (Salvador et al, 2000). Además, estos resultados permitieron plantear la hipótesis de que el grupo oriental ibérico colonizó el centro y oeste peninsular, siendo el origen de los pinares atlánticos, mientras que los pinares del sur (con un núcleo original propuesto en las Sierras de Segura y Cazorla) se expandirían hacia Sierra Nevada y las sierras malagueñas (Sierras Bermejas, Sierra de Almijara) y gaditanas (Serranía de Ronda y el Aljibe). Esta reconstrucción marca, en definitiva, dos poblaciones diferentes de pinos negrales en la Península Ibérica netamente separados por una frontera que se situaría al norte de Sierra Morena y la Sierras de Cazorla y Segura.

Este carácter refugio del territorio peninsular para los pinos durante al menos el Tardiglacial y el Holoceno ha sido comprobado en diferentes localidades mediante estudios palinológicos (como la sierra de Segura, en Carrión et al, 2000, 2001).

Los cambios climáticos del Holoceno tuvieron honda repercusión sobre la vegetación, provocando pulsos de colonización y retracción geográfica en las especies y comunidades vegetales. Más adelante, en una época de la que guardamos pocos testimonios fehacientes con anterioridad a la época romana, la aplicación del fuego, el pastoreo y la aparición de la agricultura como principales herramientas de manejo de los ecosistemas actuarían como factores determinantes en las características del cambio de los ecosistemas; de hecho, la intervención humana añade gran complejidad al estudio histórico de la vegetación porque matiza y enmascara la respuesta al cambio de los patrones climáticos, por lo que la manifestación

concreta del paisaje vegetal resulta ser el fruto de la conjunción temporal de contingencias físicas, biológicas y también culturales.

Los trabajos de Carrión y colaboradores ilustran la compleja historia del paisaje vegetal español durante el Holoceno, tras la última glaciación. Merece la pena detenerse en los realizados en la Sierra de Segura (Carrión et al, 2001; Carrión, 2002) para ilustrar la dinámica de la aparición (y desaparición) de las formaciones forestales de pino negral en el sur de España.

En la secuencia palinológica de la laguna de Siles (1.320 m), en la Sierra de Segura, en el Noreste de la provincia de Jaén, que explora la vegetación desde 20.300 BP hasta el presente, se aprecian varios pulsos de dominancia diferencial de la vegetación (Carrión, 2002). Durante el periodo glacial (20.300 a 11.900 BP), la vegetación es de tipo estepario con poáceas, artemisia, efedra y pinos y enebros dispersos, culminando esta etapa hacia 12.100 BP con el aumento de la presencia de *Pinus pinaster* y *Quercus esclerófilos*. Previamente, en pleno periodo glacial (20.000 a 17.000 BP), el porcentaje de *Pinus pinaster* alcanza el 6%, subiendo al 7,8% en el glacial tardío (17.000 a 11.900 BP). En la fase posterior (11.900 a 10.100 BP) se aprecia la expansión de una especie de *Pinus* que Carrión identifica con *P. nigra*. Este primer pulso del pino laricio es interpretado por la ocurrencia de un atemperamiento climático, que también redujo la intensidad del viento y la duración de la cobertura de nieve.

Entre 10.100 y 7.400 BP se constata una sustitución parcial de *P. nigra* por *P. pinaster* en la que pudo influir unas condiciones de mayor aridez y frecuencia de incendios. Más adelante, en el Holoceno medio (7.400 a 5.300 BP), los bosques de pinos son reemplazados por formaciones de *Quercus* deciduos con acompañamiento de arbolado mesófilo (abedul, avellano fresno, arce, sauces, olmos) y especies como tejo, madroño, boj, acebo y hiedra, comenzando también la dispersión de la vegetación típicamente mediterránea esclerófila de *Quercus ilex-rotundifolia*, lo que se explica por un aumento de la disponibilidad hídrica.

En la etapa subsiguiente (5.300 a 3.500 BP), se producen alternancias rápidas de *Pinus nigra* (con máximos en 4.900 y 4.200) y *P. pinaster*, que aparece junto con otras especies mediterráneas (*Quercus*, *Erica*, *Pistacea*, *Phillyrea*...), con aumentos posterior del pino laricio hacia 4.500 y 3.800. Tras el máximo de 3.500 BP, *Pinus nigra* se mantiene como vegetación predominante en la siguiente fase (3.500 a 2.000 BP).

A partir de 2.400 BP, la manifestación de la vegetación parece poner en evidencia factores achacables a la intervención humana: pastoreo (desde 2.400 BP) y agricultura (desde 1.400 BP). La antropización es evidente, con el uso del fuego como un factor modelador principal, cuya mayor frecuencia llevaría al aumento diferencial de *P. pinaster* en detrimento de *P. nigra*. De este modo, y de forma abrupta, el pino salgareño desaparece hacia 2.000 BP, manifestándose la predominancia de herbáceas poáceas junto con efedras, artemisia, pistáceas y otras. A continuación (1.550 a 500 BP) se suceden en alternancia formaciones dominadas por *P. nigra* y formaciones de gramíneas (poáceas) que están acompañadas por el acrecentamiento discreto de *P. pinaster*, *Quercus esclerófilos*, *Juniperus* y otras especies. Finalmente, en la última etapa temporal (500 BP hasta el momento), se constata el establecimiento de formaciones abiertas mixtas de *P. nigra* y *P. pinaster* con *Quercus rotundifolia*, que conviven con áreas abiertas de pastizal con enebros y arbustos espinosos.

La documentación escrita permite añadir información complementaria a esta reconstrucción. Desde tiempos romanos se ha encomiado la riqueza maderera de estas sierras (García y Bellido, 1987). La determinación concreta de las especies de pinos que la habitan comenzó a dejar rastros escritos a partir del siglo XVI, como la respuesta incluida en las Relaciones de Felipe II de 1575 de la villa de Segura (recogida en López Almansa, 1999): “los montes que ay en estos términos son pinos salgareños questán en lo más frío de la sierra y pinos rodenos questán y se crían en las haldas de la sierra que no son tan frías y en lo más hondo e tierra más caliente ay pinos dondeles, de que se crían las piñas, y pinos carrascos y pinos rodenos que son todos estos para madera de edefiçios porque destos pinos se hacen”.

El caso de la Sierra de Segura y Cazorla demuestra la presencia continuada de *Pinus pinaster* desde, al menos la última glaciación. A partir de ahí es posible plantear inferencias sobre su mayor o menor extensión en función de las condiciones climáticas de cada época, o proponer modelos de presencia que tengan en cuenta el carácter dialéctico con otras especies dominantes. Todo ello se ha podido conocer gracias a las investigaciones realizadas en los últimos años que complementan datos e información previa y que matizan o rehacen hipótesis o aseveraciones previas. En el futuro, seguro que habrá novedades que nos ayuden a disponer de un cuadro de mayor detalle de la historia de la vegetación arbolada mediterránea y su interpretación geobotánica.

5.- Una dificultad añadida: una taxonomía sujeta a controversia

Toda aproximación al *Pinus pinaster* en la Península Ibérica debe enfrentarse en primer lugar a las diferentes categorías taxonómicas que han sido propuestas para esta especie. Más allá de su aceptación unánime, estas categorías deben ser conocidas porque forman parte de la terminología relacionada con el pino negral en la bibliografía.

Es usual encontrar la referencia a distintas subespecies o variedades de pino resinero. La diferenciación más frecuente distingue una subespecie meridional de una subespecie atlántica.

La subespecie o variedad meridional ha recibido distintos nombres:

- *P. pinaster* subsp. *pinaster* Heywood.
- *P. pinaster* subsp. *hamiltonii* (Ten.) H. del Villar (var. *iberica* H. del Villar),
- *P. pinaster* subsp. *mesogeensis* Fieschi y Gaussen.
- *P. pinaster* subsp. *acustiquama* (Boiss) Rivas Martínez, Asensi, Molero Mesa y Valle (también contemplado como *P. pinaster* var *acustiquama* Boiss).



Foto 4. Pino negral de Sierra Bermeja (Málaga) designado como *P. pinaster* ssp. *acustiquama* Boissier.

Foto 5. Ramas, acículas y piñas de pino rodeno en su ámbito de distribución natural (Sierra de Albuñuelas, Granada). Zona de las Sierras calizo-dolomíticas.



Foto 6. Ramas, acículas y piñas de pino rodeno en su ámbito de distribución natural (Sierra de Istán, Málaga). Zona de las Sierras Bermejas.

Foto 7. Pinar de pino resinero sobre peridotitas (Sierra Bermeja, Genalguacil).



Las dos últimas denominaciones han sido especialmente exitosas, por haber sido incorporada en la terminología selvícola y en la fitosociológica, y, en consecuencia, en los estudios que se derivan de esta disciplina. La primera de ellas (*mesogeensis*) se emplea con frecuencia para hacer referencia al conjunto de los pinares negrales del sur y sureste. La segunda (*acustiquama*) identifica de forma más restringida a los pinos de las sierras peridotíticas de sierra Bermeja (por donde anduvo Boissier) y otros pinos de origen natural de las serranías Béticas.

A esta subcategoría meridional se le contrapone la subespecie atlántica *P. pinaster* subsp. *atlantica* H. del Villar (*P. maritima* s. str. Lamk).

Esta diversidad de nomenclaturas genera a veces confusión, ya que son utilizadas como taxonomías aparentemente asentadas por diferentes autores y trabajos. Así, por ejemplo, en las fichas de caracterización de Hábitat de Interés Comunitario (Ruiz Benito, Álvarez Uría y Zavala, 2009), procedente de las clasificaciones fitosociológicas, se distingue entre pinares de pino marítimo (*P. pinaster* ssp. *atlantica*) y pinares de pinos mesogeanos (*P. pinaster* ssp. *pinaster* o *P. mesogeensis*).

Algunos autores, incluso, estiman que ambas subespecies o variedades deberían alcanzar la categoría de especie, correspondiendo *Pinus syrtica* Thore a la atlántica y *P. mesogeensis* Fieschi y Gaussen a la mediterránea (tomado de Blanco et al, 1997).

La subespecie o variedad meridional (*mesogeensis*) estaría caracterizada por un tronco más recto, copa amplia, ramas horizontales, corteza gruesa, mayor abundancia de resina y la presencia de más de dos canales resineros bajo la vaina (Ruiz de la Torre, 2006). La subespecie o variedad *atlantica* sería más exigente respecto a las condiciones ambientales (es calificada como estenoica), mientras que la *mesogeensis* sería más rústica y tolerante a condiciones edáficas y climáticas limitantes (Ruiz de la Torre, 2006).

Pese a todo lo anterior, la flora básica española (*Flora Iberica*) no distingue categorías menores a la especie, manteniendo que los pretendidos rasgos diferenciadores no son lo suficientemente estables y distinguibles como para crear estas categorías (Castroviejo et al, 1986, p. 171): “en esta especie se han distinguido dos subespecies, una mediterránea [subsp. *hamiltonii* (Ten.) E. H. de Villar] y otra atlántica [subsp. *pinaster* = subsp. *atlantica* E. H. del Villar], pero los caracteres diagnósticos de las mismas no se mantienen constantes ni siquiera en su área de origen, por lo que no parece justificado su admisión”. Este criterio también es seguido por la Flora Vascular de Andalucía Oriental (Blanca et al, 2009).

6.- El encaje en las categorías de vegetación fitosociológica

A la indefinición taxonómica se le añade lo que podríamos calificar como un tardío reconocimiento fitosociológico. Durante un tiempo, el pino negral no encajaba con comodidad en las descripciones de las series de vegetación y en las definiciones de vegetación potencial (Rivas Martínez, 1987; Valle, 1985) y, ello pese a que Luis Ceballos y Carlos Vicioso (1933, pp. 52 y 68-81) dedicaran un capítulo completo de su “Estudio sobre la vegetación y la flora forestal de la provincia de Málaga” a las asociaciones fitosociológicas, entre las que incluyeron la correspondiente al pino negral, a la que denominaron *Pinetum pinastri*. Con el tiempo, esta situación ha cambiado, entrando a formar parte de series de vegetación edafoixerófilas (azonales; ver **Cuadro 1**). En las series climatófilas la presencia del pinar se enmarca en los modelos de gestión de la vegetación en sus modalidades de pinares de repoblación y subespontáneos (**Cuadro 2**), excepto en la serie oromediterránea bética basófila de la sabina rastrera en la cual se les reconocen caracteres climáticos tanto al *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* como al *P. sylvestris* subsp. *nevadensis*. También está ausente de la serie edafoixerófila del pino salgareño (*Juniperus phoeniceae*-*Pineto salzmannii* (*P. clusianae*) S.) con quien, como hemos visto, mantiene una relación dialéctica desde, al menos, la última glaciación.

De entre todas las localidades con presencia histórica de formaciones de *Pinus pinaster* en Andalucía, el dominio de las sierras peridotíticas y calizo-dolomíticas occidentales de Málaga y orientales de Granada (desde la Sierra de Almijara hasta Sierra Nevada) han sido caracterizado como un pinar-sabinar abierto, donde predominan el pino resinero (*Pinus pinaster* subsp. *acustiquama*), el pino carrasco (*Pinus halepensis*) y la sabina mora (*Juniperus phoeniceae*), recibiendo el nombre de Serie edafoixerófila termo-mesomediterránea bermejense peridotítica de *Pinus pinaster* subsp. *acustiquama*: *Pino acustiquamae-Querceto cocciferae* S. (Cabezudo et al, 1989).

A una altitud superior en el mismo sector, pero ampliando el dominio al noreste de la provincia de Granada y a las sierras centrales de la provincia de Málaga, se ha descrito la serie edafoixerófila meso-supramediterránea malacitano-almijarense, gaditano-bacense, rondeña y subbética basófila de la sabina mora (*Juniperus phoeniceae*): *Rhamno myrtifolii-Junipereto phoeniceae* S. (Molero y Pérez Raya, 1987).

La definición de estas series de vegetación edafoixerófilas en las que el pino rodeno tiene un papel destacado es coherente con las evidencias de presencia histórica de esta especie. Pero, alternativamente, se detectan inconsistencias a la hora de asignar la serie de vegetación correspondiente en otros territorios en donde *Pinus pinaster* cuenta con una presencia histórica contrastada.

Serie de vegetación edafoixerófila	Descripción (Valle, 2004)
Serie edafoixerófila meso-supramediterránea malacitano-almijareense, guadiciano-bacense, rondeña y subbética basófila de la sabina mora (<i>Juniperus phoenicea</i>): Rhamno myrtifolii-Junipereto phoeniceae S. (Molero y Pérez Raya, 1987)	Pinar sabinar abierto que está dominado por el pino resinero (<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>acustiquama</i>), el pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>) y la sabina mora (<i>Juniperus phoenicea</i>) sobre dolomías, en condiciones desfavorables para el desarrollo del encinar. En las zonas supramediterráneas puede aparecer <i>P. nigra</i> . En las mesomediterráneas secas domina <i>P. halepensis</i> .
Serie edafoixerófila termo-mesomediterránea bermejense peridotítica de <i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>acustiquama</i> : Pino acustiquamae-Querceto cocciferae S. (Cabezudo et al, 1989)	Comunidad dominada por <i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>acustiquama</i> sobre pedregales, litosuelos y canturales de peridotitas e, incluso, de dolomías.
Serie edafoixerófila meso-supramediterránea subhúmeda-húmeda bética del pino salgareño (<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>): Junipero phoeniceae-Pineto salzmannii (P. clusianae) S.	Bosque muy abierto con coberturas muy bajas y sin estratificar constituido por el pino salgareño (<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>) y la sabina mora (<i>Juniperus phoenicea</i>) sobre roquedos duros y compactos de naturaleza calizo-dolomítico, calizas compactas y mármoles, normalmente con fuertes pendientes, con gran escorrentía superficial y de difícil edafización- En cotas más bajas <i>Pinus halepensis</i> puede ocupar una posición ecológica parecida. Localidades características: Sierra de Cazorla, Sierra de Segura (Yelmo y Calar) y sierras de Mágina y Baza

Cuadro 1. Series de vegetación definidas para Andalucía, en las cuales *Pinus pinaster* ocupa el papel de vegetación potencial, *Rhamno myrtifolii-Junipereto phoeniceae S.* y *Pino acustiquamae-Querceto cocciferae S.* Se incluye también, de forma ilustrativa, la serie del pino salgareño (a partir de Valle, 2004).

Series de vegetación climatófilas	Papel del pinar en el modelo de gestión (Valle, 2004)
Serie oromediterránea bética basófila de la sabina rastrera (<i>Juniperus sabina</i>): Daphno oleoidis-Pineto sylvestris S.	Formación clímax: pinar de <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i> o <i>Pinus sylvestris</i> subsp. <i>nevadensis</i> (variedad más mesófila y fría generalmente sobre filitas) con sabinas. Pinar de repoblación: evolución a estado final de pinar abierto con sabinar, piornal y pastizal.
Serie oromediterránea filábrico-nevadense silicícola del enebro rastrero (<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>nana</i>): Genisto baeticae-Junipereto nanae S.	Pinar de repoblación: evolución a pinar abierto con enebro-piornal
Serie supramediterránea bética basófila seca-subhúmeda de la encina (<i>Quercus rotundifolia</i>): Berberido hispanicae-Querceto rotundifoliae S.	Pinar de repoblación o subespontáneo: evolución a estado final de masa mixta de pinar y encinar con matorral.
Serie supramediterránea luso-extremaduraense silicícola del roble melojo (<i>Quercus pyrenaica</i>): Sorbo torminalis-Querceto pyrenicae S.	Pinar de repoblación: evolución a dehesa de melojos.
Serie supramediterránea bética silicícola del roble melojo (<i>Quercus pyrenaica</i>): Berberido australis-Querceto pyrenicae S.	Pinar subespontáneo: evolución a masa mixta de pinar y melojar
Serie supramesomediterránea bética basófila subhúmeda-húmeda del quejigo (<i>Quercus faginea</i>): Daphno latifoliae-Acereto granatensis S. Faciación mesotípica supramediterránea	Pinar subespontáneo o de repoblación: evolución a masa mixta de pinar y aceral-quejigal
Serie supramesomediterránea filábrico-nevadense malacitano-almijareense y alpujarreño-gadoreense silicícola de la encina (<i>Quercus rotundifolia</i>) Adenocarpus decorticans-Querceto rotundifoliae S.	Pinar de repoblación: Evolución a estado final de pinar abierto y diversificado con árboles y matorral arbustivo.
Serie supramesomediterránea rondeña calcícola del pinsapo (<i>Abies pinsapo</i>): Paoenio broteroi-Abieteto pinsapo S.	Pinar de repoblación: Evolución a masa mixta de pinar y pinsapar
Serie mesomediterránea bética, seca-subhúmeda basófila de la encina (<i>Quercus rotundifolia</i>): Paonio coriacea-Querceto rotundifoliae S. Faciación: malacitano-axarquense y bermejense	Pinar de repoblación: evolución a masa mixta de pinar con encinar y arbustos

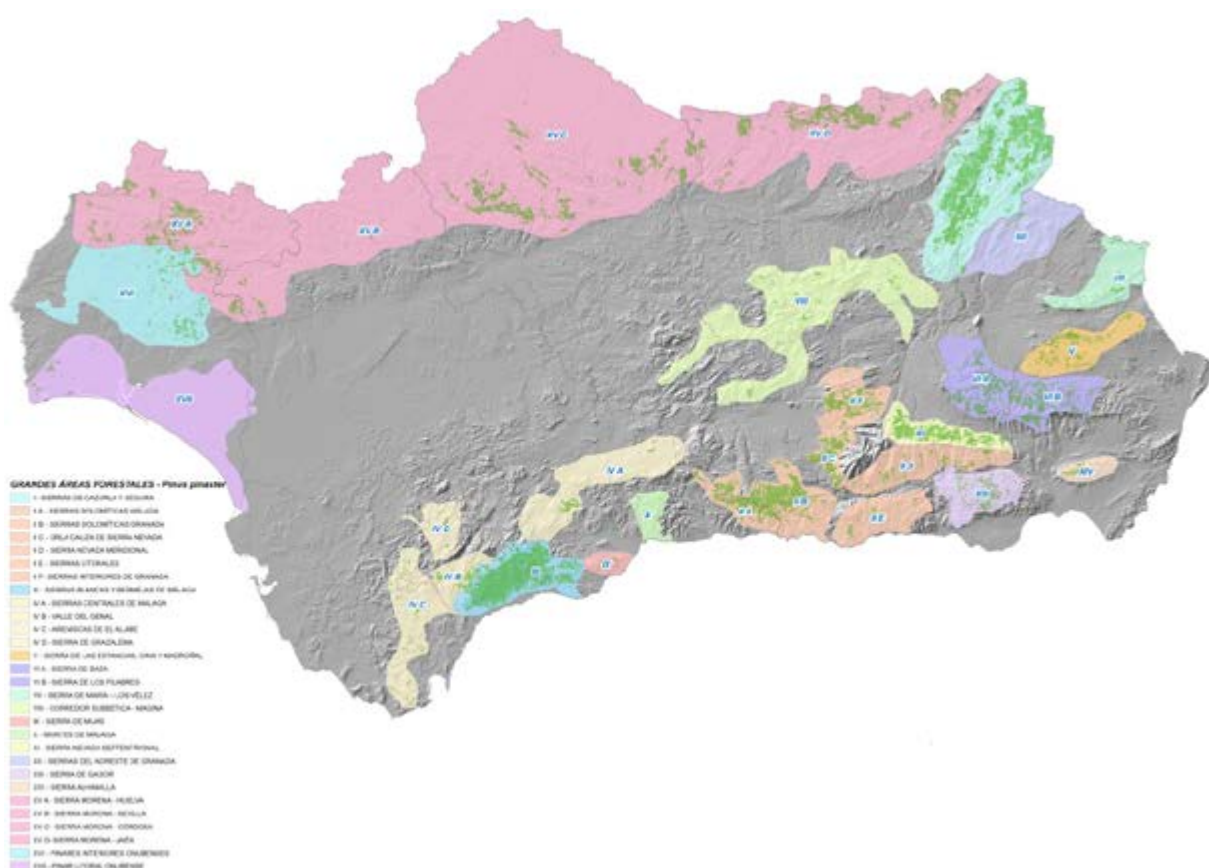
Cuadro 2. Selección de series de vegetación definidas para Andalucía y papel asignado a los pinares en su interpretación evolutiva (Valle, 2004).

7.- Los pinares de *Pinus pinaster* en Andalucía: propuesta de una zonificación geobotánica con base histórica

Los pinos negrales se distribuyen por todas las provincias y ocupan un territorio muy extenso, lo que da pie a que no sea posible hablar de un único tipo de pinar de pino resinero en la Comunidad Autónoma, sino que exija estudiar en detalle la diversidad de sus manifestaciones en base a la conjunción de condicionantes ecológicos e históricos.

Siguiendo este razonamiento, se propone una zonificación de la distribución del pino resinero en Andalucía que incorpore como criterios para su definición tanto factores geográficos como información procedente de fuentes históricas, habiendo tenido en cuenta las referencias que permiten situar el origen de los pinares (véase **Mapa 11**). Para ello, se ha partido del mapa de distribución presentado anteriormente (**Mapa 5**), incorporando la cartografía histórica mencionada. Con todo ello, se han definido en el **Cuadro 3** y el **Mapa 12** las zonas de presencia de *Pinus pinaster* que guardan semejanzas en los factores geográficos y ecológicos (que definen la estación forestal) y que comparten trazas de manifestación histórica (en los casos en donde existe información bibliográfica).

Con todo ello, se ha llevado a cabo la zonificación de las grandes áreas de pino resinero en Andalucía, que contempla territorios semejantes en relación con la geografía y ecología de *Pinus pinaster* que comparten, además, atributos históricos recientes:



Mapa 12. Grandes áreas geobotánicas de presencia de *Pinus pinaster* en Andalucía.

GRANDES ZONAS FORESTALES	Región de procedencia	Origen de los pinares
I - SIERRAS DE CAZORLA Y SEGURA	17	Origen natural y repoblaciones siglo XX
II - SIERRAS CALIZO - DOLOMÍTICAS DE GRANADA Y MÁLAGA	19	
II A - SIERRAS DOLOMÍTICAS DE MÁLAGA	19	Origen natural y repoblaciones siglo XX
II B - SIERRAS DOLOMÍTICAS DEL SUR DE GRANADA	19	Origen natural y repoblaciones siglo XX
II C - ORLA CALIZA DE S. NEVADA	19	Repoblaciones siglo XX y enclaves de origen natural
II D - SIERRA NEVADA MERIDIONAL	19	Repoblaciones siglo XX y enclaves de origen natural

GRANDES ZONAS FORESTALES	Región de procedencia	Origen de los pinares
II E - SIERRAS LITORALES DE GRANADA	19	Repoblaciones siglo XX y enclaves de origen natural
II F- SIERRAS INTERIORES DE GRANADA	19	Repoblaciones siglo XX y enclaves de origen natural
III - SIERRAS BLANCAS Y BERMEJAS DE MÁLAGA	20	Origen natural y repoblaciones siglo XX
IV – SIERRAS DEL CENTRO Y OCCIDENTE DE MÁLAGA		
IV A - SIERRAS CENTRALES DE MÁLAGA		Repoblaciones siglo XX, ¿origen natural?
IV B - VALLE DEL GENAL	G	Repoblaciones recientes y relictos de origen natural
IV C - ARENISCAS DE EL ALJIBE	G	Repoblaciones recientes y relictos de origen natural
IV D – SIERRA DE GRAZALEMA		Repoblaciones siglo XX, ¿origen natural?
V - SIERRA DE LAS ESTANCIAS, ORIA Y MADROÑAL	F	Origen natural y repoblaciones recientes
VI – SIERRAS DE BAZA Y FILABRES		
VI A - SIERRA DE BAZA		Repoblaciones recientes y relictos de origen natural
VI B - SIERRA DE LOS FILABRES		Repoblaciones recientes y relictos de origen natural
VII - SIERRA DE MARÍA - LOS VÉLEZ		Repoblaciones recientes, ¿origen natural?
VIII - CORREDOR SUBBÉTICA - MÁGINA		Repoblaciones recientes, ¿origen natural?
IX - SIERRA DE MIJAS		Repoblaciones recientes
X - MONTES DE MALAGA		Repoblaciones recientes
XI - SIERRA NEVADA SEPTENTRIONAL		Repoblaciones siglo XX
XII - SIERRAS DEL NORESTE DE GRANADA		Repoblaciones siglo XX, ¿origen natural?
XIII - SIERRA DE GÁDOR		Repoblaciones siglo XX
XIV - SIERRA ALHAMILLA		Repoblaciones siglo XX
XV – SIERRA MORENA		
XV A - SIERRA MORENA - HUELVA		Repoblaciones siglo XX
XV B - SIERRA MORENA - SEVILLA		Repoblaciones siglo XX
XV C - SIERRA MORENA - CÓRDOBA		Repoblaciones siglo XX
XV D- SIERRA MORENA - JAÉN		Repoblaciones siglo XX
XVI - PINARES INTERIORES ONUBENSES		Repoblaciones siglo XX
XVII - PINAR LITORAL ONUBENSE		Repoblaciones siglo XX

Cuadro 3.- Propuesta de grandes áreas geobotánicas de presencia del *Pinus pinaster* en Andalucía.

I.- Sierra de Cazorla y Segura

Corresponde al área andaluza de la región de procedencia 17 “Sierra de Segura y Alcaraz” (Alía et al, 1996, p. 55). La representación de *Pinus pinaster* en el conjunto de esta región de procedencia (incluyendo la superficie perteneciente a Castilla-La Mancha) asciende a más de 70.000 ha, según los autores citados.

Los pinos negrales ocupan un piso intermedio entre los pinares basales de pino carrasco y los montanos de pino salga-reño (nombre que recibe en la comarca *P. nigra*), típicamente entre 800 y 1.400 metros, aunque pueden llegar hasta los 600 y 1.700 m. Los pinares de pino negral se localizan sobre calizas, margas y areniscas mesozoicas, con suelos con abundancia en arcillas y limos. Martín Bolaños y Vicioso (1956 y 1957) describieron los pinares de estas sierras y cómo se producían las transiciones pasando de unas zonas a otras. López Almansa et col (2001), por su parte, identificaron como biotopos que favorecen la estabilidad de la formación de pino negral (que adopta una fisonomía aclarada las laderas con pendientes acentuadas orientadas hacia el sur y en sustrato dolomítico; alternatively, si las condiciones de la ladera promueven

una mayor disponibilidad hídrica, el pinar se hace más denso y actúa como nodriza de encinas y otras especies, pasando a tener un papel evolutivo secundario.

Como se ha comentado anteriormente, existen evidencias paleobotánicas (Carrión 2002) e históricas (López Almansa, 1999) que atestiguan la presencia del pino negral en este conjunto de sierras, si bien aún no se dispone de una cartografía que discrimine los pinares que tengan un origen claramente artificial.



Foto 8. Valle del Guadalquivir, Monte Navahondona. Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas.



Foto 9. Panorámica de la Sierra de Cazorla cubierta de pinar. En primer término, pinos salgareños (*Pinus nigra*).

Cabe destacar los estudios palinológicos que reconstruyen la dinámica de los pinares de *P. pinaster* en relación con los patrones climáticos y factores de tipo cultural y su relación con otros tipos de vegetación: pinares de *P. nigra*, formaciones de frondosas mediterráneas mesófilas y esclerófilas, pastizales, etc. (Carrión et al, 2001; Carrión, 2002). En tiempos históricos recientes, existe constancia de la presencia de bosques tupidos y continuos tanto en tiempo musulmán como tras la conquista cristiana, convirtiéndose en una de las principales zonas aportadoras de madera y resina a partir del siglo XVIII (López Almansa, 1999). Más adelante, y debido a la presión por el uso de los bosques para la obtención de traviesas de ferrocarril, los montes de estas sierras fueron objeto de temprana ordenación a finales del siglo XIX (Badillo et al, 2009), lo que da muestra de su importancia (Araque et al, 1998), reconocida a finales del siglo XX bajo la figura de Parque Natural.

El apunte expuesto anteriormente de las Relaciones de Felipe II en la villa de Segura que hace mención a la presencia en la sierra de pinos salgareños, rodenos, dondeles y carrascos, podría haber sido el origen de la anotación en la memoria realizada por Juan Sans y de Barutell en 1811 sobre la provincia de Marina de Segura de la Sierra, quien mencionó cuatro especies de pinos en la sierra: “á saber, salgareños o blancos, rodenos o negrales, carrascos y dondeles” (en Alía et al, 1996,

p. 10). Tal y como anotan los autores de las Regiones de procedencia, resulta curiosa la denominación de “rodeno” para este pino, puesto que este es el nombre que recibe en Cuenca, Guadalajara, Teruel, Valencia y Castellón, por su relación con los rodinales, o areniscas rojas del Bundsandstein, terrenos frecuentes en dichas provincias (esta denominación ya fue recogida por Covarrubias en 1611 y, previamente, se cita en un documento del Archivo de Reino de Valencia de 1500); sin embargo, justamente en la Sierra de Segura y su aledaña la Sierra de Cazorla, *Pinus pinaster* no está presente en las areniscas rojas (rodinales), sino que vegeta sobre calizas, por lo que Alía et al (1996, p. 10) plantean que tal vez el nombre lo trajeron repobladores de Cuenca. Penamos que puede encontrarse una explicación alternativa que explique esta aparente contradicción semántica: en la Sierra de Segura de Jaén y de la aledaña provincia de Albacete, las areniscas y arcillas rojas han sido ocupadas por olivares desde, al menos, finales del siglo XIX, que pudieron reemplazar a pinares previamente existentes de los que no se guarde memoria.

La Sierra de Cazorla sufrió una gran deforestación. En algunas localidades, las más próximas a los pueblos, fue tan intensa que el arbolado llegó a ser prácticamente erradicado. Un ejemplo de ellos es la ladera de la Sierra que cae al pueblo de Cazorla: cuando se llevó a cabo la primera Ordenación, en 1893, la situación de la sección 1ª del monte Navahondona, correspondiente a esta falda de la sierra, era tan extrema que según sus redactores la mayor parte de los cuarteles “*solo tienen algún arbusto (enebro y cornicabra), pequeñas matas leñosas y pastos*” (Badillo et al, 2009). De modo que no es de extrañar que, ya en esta primer Proyecto de Ordenación, se contemplaran actuaciones de repoblación; en concreto, en el periodo 1896-1897, el Plan de Mejora contemplaba la repoblación de 432,59 ha. Sin embargo, en otros lugares la arboleda se conservó lo suficiente como para que fuera objeto del interés de la compañía ferroviaria para disponer de material para las vías.

Por otro aprovechamiento, la resina, podemos deducir la presencia de una importante superficie de pinar con un origen previo al siglo XX. Entre 1943 y 1953, Unión Resinera Española obtuvo 933.816 kg de miera de los montes Navahondona, Guadahornillos y Vertientes del Guadalquivir. La superficie que fue objeto de explotación quedó recogida en el anteproyecto de ordenación de la resinación de 1942: 2.551,51 ha en Guadahornillos (sobre un total de 6.853,63 ha del monte), 2.344,16 ha en Navahondona (sobre 13.251,65 ha) y 1.600,15 ha en Vertientes del Guadalquivir (sobre 2.340,25 ha), en total 6.495,84 ha, que representaba el 29% de la superficie total de estos tres montes (información aportada por Valentín Badillo a partir de la documentación histórica del P.N. de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas).



Foto 10. En primer plano, encinar sobre roquedo. Al fono, ladera de la Solana del Guadalquivir, con zona de pinar incendiada.

II.- Sierras dolomíticas de Málaga y Granada

Estos pinares corresponden a la región de procedencia 19, “Sierra Almijara – Nevada”.

Es un área extensa, situada entre 700 y 1.500 m, que comparte como rasgo característico del medio físico la presencia de depósitos de arenas estériles procedentes de la denudación de las dolomías, junto con otros roquedos en los que predominan diferentes modalidades de calizas dolomíticas (calizas cristalinas, mármoles, derrubios, etc.). Este sustrato rocoso usualmente corresponde al manto Alpujárride de la Sierra Penibética (uno de los mantos de cabalgamiento de rocas paleozoicas que componen las Zonas Internas de la Cordillera Bética).

Se presenta de forma fragmentada en el territorio en los diferentes macizos y serranías que forman parte del Sistema Penibético occidental. En base a ello, se han distinguido las siguientes subzonas:

- II. A. Sierras dolomíticas de Málaga: Coincide con la Sierras de Almijara y Tejeda.
- II.B. Sierras dolomíticas del sur de la provincia de Granada: Sierra de Almijara (Arenas del Rey, Alhama de Granada y Otívar), Sierra de Albuñuelas, Sierra de Cázulas y Lentegí.
- II.C. Orla caliza de Sierra Nevada: Roquedos y arenales calizo-dolomíticos del borde exterior de Sierra Nevada. En Alía et al (1996) aparecen reflejadas como localidades con presencia de pinar de pino resinero el valle del Dílar en el entorno del pico del Trevenque y el cerro Huenes, la sierra de Dílar y la Sierra de Dúrcal.
- II.D. Sierra Nevada meridional: pinares de las laderas del Valle de Lanjarón y pinares de La Taha, en la Alpujarra, de acuerdo con Alía et al (1996).
- II.E. Sierras litorales: Sierras calizas granadinas: Sierra de Lobres, Sierra de Lújar (Alía et al, 1993).
- II.F. Sierras interiores de Granada: Pinares de la Sierra de Alfaguara, Sierra de La Peza y Quéntar (Alía et al, 1996).

Como recoge Alía et al (1996, p. 56), estos pinares han sido objeto de intensos cambios y perturbaciones. En este sentido, el ejemplo que trae a colación de la Sierra de las Albuñuelas (Granada), tomado del Diccionario de Madoz, es muy elocuente: *“Hay monte bajo y alto y muchos pinos reales de que se saca alguna madera; ésta en otro tiempo formaba gran parte de la riqueza del pueblo, pero disminuyó notablemente por la quema que en mucha parte del monte hizo el ejército español en la Guerra de la Independencia por serlo conveniente en sus maniobras militares”*. Casi un siglo después, Ceballos y Vicioso (1933) consignaron que la Sierra de Alhama, vecina a la sierra de Albuñuelas, estaba casi deforestada. Con posterioridad fue afectada de forma catastrófica por los incendios que coincidieron en 1975 en la Almijara-La Resinera-Cázulas-Albuñuelas-Lentegí y quemaron más de 12.000 ha.



Foto 11. Panorámica de la Sierra de la Almijara (Málaga).



Foto 12. Pinar de la Sierra de Cázulas afectado por el incendio de 1975.



Foto 13. Pinar de la Sierra de Albuñuelas (Granada).

La mayor parte de la superficie ocupada por el pino negral en las subzonas II A y II B está reconocida como región de procedencia. Al ser un territorio frecuentemente perturbado por los incendios y la acción del ganado, la conformación de muchos de estos pinares es la de una formación abierta con presencia de abundantes claros y árboles dispersos de tamaño medio procedentes de regeneraciones recientes, aunque también hay rodales densos con ejemplares de edad madura. En los roquedos, cantiles, escarpes y arenales sobre dolomías no descompuestas o fragmentadas (rocas fracturadas en arenas de diversa granulometría, de aspecto sacaroideo y brillo vítreo, que se conocen también como mármoles o arenas kakiritizadas), los pinos adoptan portes tortuosos, achaparrados, de tamaño reducido y copa aplanada debido a la insuficiente capacidad de retención del agua, el carácter arenoso movable del sustrato y la gran concentración de magnesio. Están acompañados por sabina mora (*Juniperus phoenicea*), enebro de la miera (*Juniperus oxycedrus*), espinos (*Rhamnus lycioides*, *R. myrtifolius*) con un aspecto discontinuo, y comparten el espacio con pastizales (lastonares y anuales efímeros) y diversos matorrales de piornos, alhucemas y tomillos y una flora herbácea y de pequeñas matas con especies de gran interés. Un estudio en profundidad permitiría discriminar las repoblaciones realizadas e, incluso, las áreas procedentes de naturalización de antiguas repoblaciones.

La presencia histórica del pino negral en estas sierras está bien representada en el siguiente pasaje del botánico alemán Moritz Willkomm: “Por la tarde del 16 de junio [de 1845] me despedí definitivamente de Motril para volver a Granada, donde permanecería durante varios meses. Deseaba dar un rodeo hasta la Sierra de las Almijaras, desconocida desde el punto de vista botánico (...) Toda la sierra es de composición caliza, muy rica en agua, y sus faldas están cubiertas de diversas variedades de pino (*Pinus halepensis* Mill, *Pinus pinea* L., *Pinus pinaster* Ait.)” (Willkomm, 1847, pp. 263-265).

Ceballos (1933) y Ceballos y Vicioso (1933, p. 21, y más en extenso en p. 68-75) recogieron las características de estos pinares: “En los montes de Cómpea y Canillas de Albaida, sobre las faldas de Sierra Almijara y estribaciones de la de Tejeda, el *P. pinaster* forma bosques de considerable extensión que, salvo reducidas manchas situadas sobre micacitas, ocupan los suelos sueltos y de estructura sacaroidea (...). En la parte baja de la Sierra Almijara, la asociación del pino carrasco (*P. halepensis* Mill.) se encuentra instalada en grandes extensiones sobre las arenas dolomíticas y sobre algunos suelos detríticos derivados de la variedad compacta; sobre esa misma Sierra, a mayor altura, encontramos los montes de Canillas de Albaida y gran parte de los de Cómpea, donde la asociación del pino negral (*P. pinaster* Sol.) vive sobre las tierras sacaroideas de la dolomía deleznable desmintiendo la categórica afirmación que algunos autores hacen respecto al temperamento calcífugo de este árbol”. Por su parte, Martín Bolaños y Vicioso (1957) distinguieron dos formas de pinos con diferente porte en las masas de Cómpea (en laderas y en los llanos y hondonadas).

Ceballos y Vicioso (1933, p. 72) reconocieron que estos pinares estaban por lo general perturbados en su evolución natural como consecuencia de la explotación, el ganado y los incendios. Menciona como lugares en los que el pinar se debía encontrar en un estado muy aproximado a la clímax algunas localidades de acceso difícil como algunas barrancadas del Cerro Lucero, proximidades del cortijo del Daire, cabecera del arroyo Higuero. A lo anterior hay que sumar los incendios acaecidos a lo largo de la segunda mitad del siglo XX (en especial el de 1975), que han provocado nuevos episodios de rejuvenecimiento del arbolado del conjunto de la Sierra de la Almijara, incluidas las localidades a las que hicieron mención Ceballos y Vicioso. En la actualidad, quedan pinares de *P. pinaster* cuyo origen no sea de repoblación y no hayan sido afectados por incendios recientes en el entorno de la alineación Cerro Cenacho-Cerro Lucero-Puerto de Frigiliana-Cerro de los Machos en la parte de la provincia de Granada de la Sierra de Almijara. En la provincia de Málaga, se conservan pinos resineros naturales en la parte alta de los términos de Cómpea y de Nerja.

En la orla caliza de Sierra Nevada (II C) y en las vertientes meridionales de la Sierra (II D) su presencia actual se debe en gran medida a las repoblaciones forestales; no obstante, también ofrece una de las zonas de presencia natural de mayor interés por subir en altitud hasta los 1.500-1.700 m en los escarpados picos dolomíticos que rodean el núcleo metamórfico de Sierra Nevada, ocupando los pisos meso y supramediterráneo con buena representación en los Alayos de Dilar y la Sierra del Manar, (Lorite, 2001; Pérez Latorre y Cabezedo, 2009).

La presencia de *Pinus pinaster* autóctono en los valles del río Monachil y Dilar, en Sierra Nevada (Granada) fue recogida en un informe de 1930 (Prados, 1930): *“Entre las especies arbóreas citaremos en primer lugar los pinos, representados por las especies Pinaster, Silvestre y Laricio. El primero es el más extendido encontrándose bosquetes restos de antiguas masas; su estado actual es deplorable existiendo sin embargo ejemplares desarrollándose en tales condiciones de vigor y lozanía que permiten asegurar que se podría pretender con éxito su regeneración y extensión a las partes de que en absoluto fue desterrado. El pino silvestre encuentre en esta zona su límite meridional de vegetación, el cual se fija en el cerro de Trevenque algunos que de ello se han ocupado han pretendido establecer para estos pinos del cerro de Trevenque una variedad del Silvestre al que han dado el nombre de nevadensis, los ejemplares que hemos encontrado no presentan a nuestro modo de ver ninguna particularidad si se exceptúa el que su porte por lo mal tratado que se encuentra es en muchos algo achaparrado y su fruto es más pequeño que lo corriente; se encuentra esta especie de pino solo en “La Cortijuela” y representado por ejemplares sueltos o en mezcla con el Pinaster y Laricio. Este último es de los tres pinos el que aparece con menor número de pues que le representen, pudiendo decir respecto a su porte y extensión lo que queda apuntado para el pino Pinaster”*.

Otro testimonio de principios del siglo XX, el de Eladio Caro, Jefe del Distrito Forestal de Granada, en el “Anteproyecto para la repoblación forestal de Sierra Nevada, en 1928”, refrenda la deforestación que sufrían estos paisajes (Navarro y Medina, 2009): *“Se observan algunos restos sumamente deteriorados en la Dehesa de San Jerónimo y en la Cartijuela. El resto del prominente Cerro de Huenes, la cuenca del Monachil y los Llanos al pie del pueblo e inmediatamente encima de la vega granadina, están dolorosamente despoblados de vegetación arbórea, como el vecino monte de La Zubia donde no se ve más que un escaso matorral compuesto de aulagas, tomillos y romeros. La misma desolación y con más desastrosos efectos se observa en el abrupto término de Dilar sobre la vega que se riega con el torrencial río de este nombre, en cuya cuenca no hemos encontrado un sólo árbol, pues no merece esta denominación los esqueléticos restos del pinar de carrasco que antiguamente eran dueños de la escarpada y accidentada ladera de Los Arallones, en su margen izquierda aguas abajo, que a pesar de ser casi inaccesible fue arrasado no hace muchos años por el hacha pecadora culpable de tanta destrucción como ha ocasionado la codicia de unos y la apatía de otros, siendo la generación presente la que dolorosamente sufre las consecuencias que hoy todos lamentamos”*.



Foto 14. Pino resinero de origen natural en el Cerro Huenes, en las proximidades del Trevenque (Sierra Nevada, Granada). Probablemente sea uno de los árboles que sobrevivió a la deforestación que mencionan Caro en 1928 y Prados en 1930.



Foto 15. Pino resinero aislado, de edad anterior a las repoblaciones aledañas, junto al Cerro del Dornajo (Valle del río Monachil, Granada).

Llama la atención que apenas se recogen citas sobre los pinares de pino rodeno natural en la bibliografía botánica de Sierra Nevada, que, por el contrario, aborda con detalle las localidades relicticas de pino silvestre (*Pinus sylvestris* ssp. *nevadensis*) y de pino salgareño o laricio (*P. nigra* ssp. *salzmannii*) (Willkomm, 1847; Laguna, 1878; Lorite, 2001; Alejano y Martínez, 1996, 2006).

Los pinares de la Sierra de Alfaguara y de la Sierra de La Peza (II.F) sí fueron recogidos por Willkomm (1847), estudiados en base a su naturalidad por Salvador et al (1997, 2000) y citados por Ruiz de la Torre (2003): “en el espacio entre la Sierra de Alfacar y la primera cadena de la Sierra de Harana, al igual que en los valles y gargantas de la Sierra del Molinillo, los montes están cubiertos de *Pinus pinaster* Ait., *Quercus ilex* L y *Q lusitanica* Lam a. *faginea* [*Q. faginea* subsp. *faginea*] y bajo ellos un exuberante monte bajo de arbustos (...) (Willkomm, 1845, en Devesa y Viera, 2001, p.103; en Willkomm, 1847, p. 27 una traducción más escueta pero que introduce el mismo tipo de pino). A finales de siglo, Máximo Laguna dejaría también constancia de los pinares de la sierra de Alfaguara (= sierra de Alfacar, actual Parque Natural de la Sierra de Huétor): “(...) la dehesa de la Alfaguara, de 1.300 hectáreas de extensión, poblada en su mayor parte de *Pinus pinaster* Ait., llamado aquí pino carrasco... en escasos ejemplares se halla también el *Pinus halepensis* Mill., con el nombre vulgar de pino blanco” (Máximo Laguna, Comisión de la Flora Forestal Española, citado en Alía et al, 1996, p. 10).



Foto 16. Pinar de la Sierra de la Alfaguara (Parque Natural de la Sierra de Huétor, Alfacar, Granada).



Foto 17. Pinares del Cerro del Manar, Sierra del Padul (Granada)

Quedan pocas representaciones del contacto superior de los pinares de pino negral con el pinar - sabinar de pinos salgareños (solo quedan de modo relicto en localizaciones muy puntuales, citándose entre el Tajo del Sol y el puerto de Frigiliana, entre 1.550 y 1.700 m, en Pérez Latorre et al, 2004, en las proximidades del pico Navacina, en Ceballos y Vicioso, 1933 y Alejano y Martínez, 1996) o con el pinar de pinar silvestre (*Pinus sylvestris* spp. *nevadensis*, que tiene carácter relicto en la orla montañosa de Sierra Nevada) en el Cerro Huenes, Cerro del Trevenque, el Cerro del Tesoro y el barranco del Espinar.



Foto 18. Pinar de origen natural de *Pinus pinaster* en el Cerro Huenes (Al fondo, el Cerro del Trevenque). Presenta gran irregularidad en las clases de edad, como consecuencia de ser el producto de la regeneración natural de un reducido número de pies remanentes en el primer tercio del siglo XX.



Foto 19. Pinos negrales de repoblación en el valle del río Monachil (Granada). Al fondo, a la izquierda, el cerro del Trevenque, con poblaciones de *Pinus pinaster* de origen natural.

III.- Sierras Blancas y Sierras Bermejas de Málaga

Corresponde a la región de procedencia 20 “Sierra Bermeja” (Alía et al, 1996).

Estos pinares ocupan el suroeste de la provincia de Málaga. Una mancha casi continua en la que los pinos negrales conviven con los pinos carrascos, pinsapos, alcornoques y encinas. Destaca la presencia de pinares serpentino-peridotíticos, cuyas formaciones naturales se han visto históricamente afectadas por los incendios, quedando actualmente reducidas a zonas muy concretas. Las representaciones más destacadas son los desarrollados sobre sustrato peridotítico y sobre serpentinas en las denominadas sierras bermejas (Sierra del Real en Istán, Sierra Bermeja en Estepona y sierra de Alpujata en Coín, Ojén, Mijas y Monda, Sierra de la Robla en Casarabonela), cuya singularidad dio motivo a que se le calificara como subespecie propia (*Pinus pinaster* Aiton subsp. *acustiquama* Boiss.). Esta singularidad se atribuye a las limitaciones impuestas por el sustrato, rico en metales.

El carácter estable y la relevancia de las formaciones vegetales en las que está presente (Pérez La Torre et al, 2013) se refleja en la definición de una serie de vegetación edafoxerófila propia (termo-mesomediterránea bermejense peridotítica de *Pinus pinaster* subsp. *acustiquama*: *Pino acustiquamae-Querceto cocciferae* S., en Valle Tendero, 2004; o *Pino pinastri-Quercetum cocciferae* según Cabezudo et al (1989) y en un Hábitat de Interés Comunitario (HIC 9540 Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos).



Foto 20. Genalguacil (Sierra Bermeja, Málaga). Pino negral sobre peridotitas.

Estos pinares fueron recorridos por Boissier en su ascenso a Los Reales de Sierra Bermeja en 1837 (Boissier, 1839, traducción propia): *“Me preparé para ascender a Sierra Bermeja la mañana siguiente. Tenía curiosidad de visitarla para observar un abeto del que había podido ver una rama sin frutos en el herbario de M. Haenseler, en Málaga, el cual me pareció ser una especie nueva. Todos en Estepona lo conocen por el nombre de Pinsapo, árbol que lo utilizan en las procesiones y fiestas religiosas a causa de la elegancia de sus hojas y ramas, que, dispuestas en ángulo recto en sus últimas ramificaciones, parecen pequeñas cruces. Desde la misma ciudad podíamos distinguir, hacia la cima de la sierra, los bosques que forma; su aspecto oscuro haciendo contraste con el verdor pálido y claro del Pinus pinaster que cubre las laderas inferiores”. Conforme ascendió Boissier comprobó como los pinos resineros aumentaban de tamaño hasta que “en el último cuarto de la montaña, los pinos disminuyen hasta desaparecer por completo, siendo sustituidos por los Pinsapos que tuve el placer de examinar de cerca”.*



Foto 21. Sierra Bermeja (Genalguacil, Málaga). Pinsapos y pinar de pino negral.

Luis Ceballos y Carlos Vicioso (1933) en su estudio sobre la vegetación de la provincia de Málaga incluyeron un exhaustivo estudio de los pinares de pino negral de la provincia, que dividieron en cuatro tipos, dos de carácter estable o climático (sobre peridotitas y sobre calizas cristalinas) y dos con sentido sucesional secundario (sobre gneis y sobre areniscas). Su descripción de los pinares de las sierras peridotíticas no ha perdido interés: *“El pino negral (P. pinaster Sol.) es la especie arbórea que mejor se adapta a estas tierras coloradas. Salvo la parte ocupada por el bosque de pinsapos, en las cumbres de los Reales de Genalguacil, puede decirse que todas estas Sierras pertenecen al dominio de la asociación del citado pino, aunque no siempre se hallen cubiertas por sus masas arbóreas, pues, por desgracia, es mucha la extensión ocupada por los matorrales en que dicha*



Foto 22. Pinar de *P. pinaster* en la Sierra de Istán (Málaga).

masa degenera. Magníficos pinares pueden observarse en la Sierra del Real de Istán y en las umbrías de Sierra Bermeja y Reales de Genalguacil (...). Más alejados de la clímax, y a veces en franca degradación, se observan los pinares de Sierra Palmitera, montes de Igualaja, Moliche, Loma de la Corcha [sobre la vertiente oriental del pico Anícola, en 'zucar, p. 77], Sanara, etc [Porreón, en p. 75], pudiendo comprobarse en muchos casos, la reciente destrucción del bosque, casi siempre a casusa de incendios. En Sierra Parda de Tolox, Sierra de Aguas [de Carratraca, p. 75], Sierra de Alpujata y Sierra de la Robla, el arbolado falta por completo, un matorral denso, pero de pobre desarrollo, tapiza parcialmente las laderas. Gran parte de estas Sierras están sometidas a trabajos de repoblación, cuyos resultados son ya perceptibles en grandes extensiones, a pesar de haber contado con muchas dificultades ecológicas, complicadas con otras aún mayores, debidas a la mala disposición de los pueblos a quienes principalmente se va a beneficiar". (Ceballos y Vicioso, 1933, p. 19, y véase también pp. 75-79).

Estos autores consideraban la pequeña masa de pinsapos de las cumbres de Sierra Bermeja como la menos perturbada en su evolución natural, pudiendo tomarse como representativa de un pinsapar limitado totalmente por el bosque de *Pinus pinaster* (Ceballos y Vicioso, 1933, p. 63). De hecho, Vega (1999) ha podido probar la continuidad de la masa boscosa desde principios del siglo XX, recopilando los sucesivos eventos de incendios que ha experimentado entre 1817 y 1997, mostrando una ocurrencia de con una moda entre 10 y 13 años, siendo los máximos intervalos sin fuego de 25 y 34 años. Los pinares han debido ampliar su extensión de forma natural de forma considerable en los últimos decenios, apoyados también por repoblaciones forestales, lo que lleva en ocasiones a poder discriminar con dificultad los pinares naturales de carácter climático de los repoblados o naturalizados.

Entre las sierras coloradas de peridotitas (Sierras bermejas) emergen cresteríos y montes calizos, que reciben la denominación local de Sierras blancas. Sobre estas sierras (con un tipo de roquedo análogo al de la Sierra de Almijara) también crecen los pinares de pino resinero, como recogieron Ceballos y Vicioso (1933), señalando en concreto la presencia de ejemplares testigos de *P. pinaster* junto a la Cruz del Juanar y en la vertiente noroccidental de Tajos Negros, en Ojén (Málaga).

Además de las Sierras Bermejas (peridotitas) y Sierras Blancas (calizo-dolomíticas), en este sector de la provincia de Málaga aparecen afloramientos de gneis y pizarras, que suelen recibir el nombre de Sierras pardas (aunque en algunos casos, como en Ojén, la Sierra Parda está compuesta principalmente de peridotitas). Ceballos y Vicioso (1933, p. 79) identificaron la vegetación climática de estos terrenos gneísicos que contactan con las peridotitas y serpentinas (en lugares de Jubrique, Genalguacil y otros pueblos del valle del Genal, en la base de Sierra Bermeja de Estepona, en el monte "La Máquina" y garganta del Hornillo en Benahavis, y en los términos de Istán y Monda) con los alcornocales o castaños, interpretando la presencia de pinares de pino negral como un elemento secundario o una etapa de degradación o de recomposición de estas otras formaciones, con quienes entabla una especie de confrontación por la ocupación del terreno, aprovechando el *Pinus pinaster* las situaciones de sobreuso de alcornocales y castaños.

Pese a todo lo anterior, el carácter autóctono del pino negral en las Sierras Bermejas no ha sido ajeno a la controversia (véase Olmedo Cobo et al, 2019, con abundante bibliografía sobre el carácter autóctono o introducido de esta especie en esta zona geográfica).

IV.- Serranía de Ronda – Valle del Genal – Areniscas del Aljibe

Corresponde a la zona de conservación G "Serranía de Ronda" (Alía et al, 1996).

Se desarrollan sobre gneis, pizarras arcillosas y calcarenitas paleozoicas en el Sector rondeño y sobre las areniscas del Aljibe, a una altitud entre 400 y 800 m, en las vertientes del río Guadiaro y sus afluentes Genal y Hozgarganta, hasta las laderas de la sierra del Aljibe.

Se distinguen cuatro subunidades separadas geográficamente:

- IV. A. Sierras Centrales de Málaga.
- IV. B. Valle del Genal.
- IV. C. Areniscas del Aljibe.
- IV. D. Sierra de Grazalema.

En las sierras gaditanas aledañas al límite con la provincia de Málaga se localiza la Sierra del Aljibe (de hecho, también se incluye usualmente en esta zona geográfica el municipio malagueño de Cortes de la Frontera, IV. C). Su carácter se debe a unas rocas sedimentarias de edad Oligoceno Superior-Mioceno Inferior depositadas en ambiente submarino profundo, que se manifiestan en forma de facies flysch (deposiciones de sucesivos abanicos de sedimentación), una textura arenosa y un alto contenido en cuarzo con cemento limoso-ferrugíneo. En estas areniscas se encuentran pinares de pino negral. La localidad clásica es la Cancha del Pinar (Ceballos y Martín Bolaños, 1930), un pequeño rodal de unos pocos cientos de árboles que en el momento en que se realizó su descripción ya estaban notablemente envejecidos.

Ceballos y Vicioso (1933, pp. 79-81), como hemos expuesto anteriormente, interpretaron el papel ecológico del pino negral en las Sierras pardas del Valle del Genal y otras localidades malagueñas (compuestas principalmente por gneis y pizarras)

y su relación dialéctica con los alcornocales y castañares. También anotaron su carácter colonizador en el Valle del Genal (IV.B) y en el término de Cortes de la Frontera a partir de las repoblaciones realizadas; de hecho, la naturalidad de los pinos negrales en el conjunto de esta área ha sido objeto de polémica (Simpson y Ojeda, 2010). Sin embargo, estudios polínicos recientes validan su carácter autóctono (Gutiérrez et al (1997) a partir de muestras recogidas en ‘El Picacho’, emplazamiento próximo a la cita de la Cancha del Pinar (citado en Pérez Latorre et al, 1999).

En cuanto a las subunidades IV.A. Sierras centrales de Málaga y IV. D. Sierra de Grazalema, hasta donde conocemos, corresponden con áreas de repoblación reciente.



Foto 23. Pinar de repoblación de pino rodeno en la Sierra de Grazalema en el cual se ha hecho una clara.

V.- Sierra de Las Estancias, Oria y el Madroñal.

Fue reconocida como una zona de conservación dentro del catálogo de regiones de procedencia para el *Pinus pinaster*, la denominada como “F. Sierra de Oria”, en la provincia de Almería (término municipal de Oria, 2° 20’10’’ a 2° 20’45’’ W y 37° 30’20’’ a 37° 30’47’’ N), entre 1.200 y 1.400 metros de altitud bajo fitoclima Mediterráneo genuino (351,5 mm anuales y 33,5 mm entre junio y agosto) y sobre calizas y dolomías del triásico y filitas permotriásicas (Alía et al, 1996).



Foto 24. Pinar de Oria (Foto: D.T. de Almería)

Recibe este nombre un sector de la Sierra de Las Estancias perteneciente al municipio almeriense de Oria. Está caracterizado por la presencia de calizas y dolomías del triásico y filitas permotriásicas, a una altitud de unos 1.400 m en donde se identificaron unas 300-500 ha de pinar relativamente joven en suelos de escasa evolución.

El pinar de Oria identificado por Alía et al (1996) debe corresponder al recogido por Losa y Rivas Goday en la Sierra del Madroñal, dentro de la Sierra de Las Estancias (1968, p. 26): “*P. pinaster* Solander in Ait., 1789 (*P. maritima* Lamk., 1778), ss *P. pinaster* ex Heywood, 1961 (ss. *Hamiltonii* (Ten) H. del Villar, 1947, p. 81 var *iberica* H. del Villar. Especie muy poco frecuente en la provincia: en Sierra de Baza y sobre calcáreo resulta intermedia en la cliserie altitudinal, entre *P. halepensis* y *clusiana*; en el tramo oriental de esquistos y lajas silíceas, cerca del vértice Los Chispones (provincia de Almería) se presentan ejemplares aislados, así como en la Sierra del Madroñal (Estancias)”.

El tramo occidental de esta sierra recibe el nombre de Sierra del Madroñal. Su vertiente septentrional pertenece a la provincia de Granada (término municipal de Cúllar), y en el paraje denominado umbria de “Los Pilillos” también se localiza un rodal de pino negral sobre dolomías, recogido por Navarro et al (1999, p. 37). Este pinar, que podemos considerar como la misma unidad, se mantiene en buenas condiciones de vegetación.

En la cercana Sierra de Lúcar, en el paraje conocido como de “pinos Blancos” se localiza un pinar de pinos laricios y pinos negrales (Navarro Domínguez et al, 2001, p 176).



Foto 25. Pinar de la Sierra del Madroñal (Cúllar, Granada). Foto: Francisco B. Navarro

VI.- Sierra de Baza y Sierra de Los Filabres

Estas zonas no fueron recogidas dentro de las regiones de procedencia de *Pinus pinaster* en España, aunque cuentan con registros históricos que avalan su presencia continuada en el tiempo.

La Sierra de Baza y la Sierra de los Filabres forman un macizo continuo de tipo metamórfico que se extiende por la parte oriental de la provincia de Granada y la occidental de la de Almería. Fueron objeto de una intensa deforestación desde tiempos históricos, convirtiendo la vegetación natural original en tierras de cultivo o utilizando la biomasa como combustible para las explotaciones mineras. En los años de la década de 1960 se produjo el abandono de estas sierras ante el colapso definitivo de la minería y el cambio en las circunstancias socioeconómicas que estaba atravesando España. A raíz de ello, el territorio fue objeto de un ambicioso programa de repoblación con la finalidad de salvaguardar las llanuras que las circundan de los procesos erosivos. Fruto de este trabajo llevado a cabo entre 1955 y 1980 fueron más de 40.000 ha repobladas en la Sierra de los Filabres y otro tanto en la Sierra de Baza.

De los pinares que en el pasado cubrían parte de estas sierras poco queda. Destacan los rodales de pino salgareño (*Pinus nigra* ssp. *salzmannii*) en Bayarque, próximo a la Tetica de Bares en la Sierra de los Filabres, y en los calares de la Sierra de Baza, en donde comparte espacio con el pino silvestre también autóctono (*P. sylvestris* ssp. *nevadensis*).

En este gran macizo se han citado dos poblaciones de pino negral o, tal y como es conocido en la Sierra de Baza, pino borde o cortezúo.

VI A. Sierra de Baza. En el extremo noroccidental del macizo, en las proximidades de la Depresión y de la ciudad de Baza, se sitúa una mancha de pinos resineros que fueron registrados por Salvador Rivas Goday (1941) a raíz de una excursión botánica que emprendió desde Baza hasta el Calar de Santa Bárbara (máxima cima de la sierra). Localizó el bosque natural de *Pinus pinaster* a 1.080 metros de altitud en el paraje llamado “Cruz de la Chaparra”, en un área en donde el pinar convergía con el encinar en conclímax, lo que le hizo pensar en una posible invasión futura del Quercetum sobre el pinar. Según sus apreciaciones, este conclímax se mantenía hasta unos 1.200 m de altitud en la subida hacia el Cerro del Almirez. Hacia 1.300 metros, en el llamado “Pinar de Humilla”, cambiaba el porte de los pinos, a los que identificó correctamente como laricios (*P. nigra*). El guía le indicó que en el valle del Bodurria, más al sur, también se encontraba el pino borde o *P. pinaster*, señalando que en comparación con el carrasco mostraba preferencia por las umbrías y las cañadas fresas, en tanto que los carrascos sufrían mejor el calor de las laderas secas.

El pino negral o borde se tuvo que extender por una gran superficie de la Sierra de Baza como se deduce de un pasaje del diario del naturalista valenciano Simón de Rojas Clemente, que en su viaje por el antiguo Reino de Granada con el objetivo de describir y descubrir sus riquezas naturales, anotó en octubre de 1804: “El pino real, que llaman también blanco y maderero [actual *P. nigra*], es el más abundante en la Sierra de Baza, ocupa más de la mitad de la Sierra; siguen el albar, el borde [*P. pinaster*] más abundante que el carrasco [*P. halepensis*], al borde llaman también cortezudo. Hacen en Gor alquitrán del maderero y albar.



Foto 26. Pino cortezúo (negral) en la Sierra de Baza (Foto: Francisco B. Navarro).

Parece que el hombre no puede extinguir el pino de la Sierra de Baza. Por todas partes nace el pino y crece sin auxilio y aún a pesar del hombre; éste hace quemas para que le dejen rozar, abandona lo rozado, luego que lo esquilma y continúa persiguiendo al bosque, en tanto las lluvias arrastran al barranco la tierra de lo rozado y dejan pelada la roca donde difícilmente arraigará ya el pino.” (Clemente, 1804-1909, p. 252).

Esta abundancia de pinos en la Sierra de Baza queda corroborada por las Respuestas Generales del Catastro de Ensenada (1752): “Y que tanto en esta tierra ynculta, como tambien entre algunas tierras de secano de lavor, ay diferentes pedazos poblados de monte alto, unos de carrascal y otros de pinos, y otros de uno y otro, en la mayor parte son los pinos reales” y por la declaración de los peritos del valle del arroyo Bodurria (uno de los que forman la sierra de Baza) que indicaron que: “según el conocimiento que tienen en las tierras y montes del Royo de Budurria, hazen juizio habrá quinze mil enzinas criadas, las cinco mil en tierras de lavor y las diez mil restantes en tierras montuosas zerradas, zerros, peñascares y tierras agrias; y tambien veynte y cinco mil pinos, los cinco mil en tierra de lavor y los veynte mil en tierras montuosas. Yque dichas cinco mil enzinas que hai en tierras de lavor ocuparán quinientas fanegas de tierra, mediante a estar claras, y las diez mil restantes ocuparán dos mil fanegas de tierra; y los cinco mil pinos, por estar estos más claros, ocuparán como teszientas fanegas de tierra; y los veynte mil, como dos mil fanegas de tierra, por estar acogollados y juntos” (Cano García, 1990).

El pinar que Rivas Goday visitó (una pequeña muestra del que, a su vez, contemplara Clemente o el que existía en tiempos del marqués de Ensenada) se mantiene en la actualidad, aunque el número de árboles ha debido disminuir y su fisonomía es difícil de reconocer debido a que se ha entremezclado con repoblaciones posteriores.

VI B. Sierra de Los Filabres. En la otra parte del macizo, en la almeriense Sierra de los Filabres, se cita un pequeño rodal de pinos resineros naturales dispersos que fue identificado por Losa y Rivas Goday (1968, ver cita anterior). Está situado en el término municipal de las Tres Villas (correspondiendo al antiguo término de Doña María), junto al vértice geodésico de “Los Chispones” (1.755 m) en una meseta de esquistos.

Estos dos bosques de pino resinero relicto no fueron identificados en el exhaustivo trabajo inicial de las regiones de procedencia de *Pinus pinaster* (Alía e al, 1996).

VII.- Sierra de María (Almería)

La Sierra de María (en el actual Parque Natural de la Sierra de María y Los Vélez) fue repoblada con pinos resineros en diversas actuaciones desde inicios del siglo XX. Conocemos, no obstante, que se trata de una zona en donde abundaba el pino rodeno hasta el siglo XIX.

Durante el año 1845, el botánico alemán Moritz (“Mauricio”) Willkomm recorrió las sierras del sur de España buscando novedades florísticas. El 8 de julio salió de Granada para visitar las comarcas nororientales. Tras visitar Guadix, Gor, Baza y Cúllar, se encaminó hacia María, pueblo del norte de la provincia de Almería, limítrofe con Granada y Murcia. Recogió su itinerario en un pasaje del libro “Dos años en España y Portugal”, que publicó en 1847:

“A poca distancia de Cúllar la carretera abandona la provincia de Granada y sube por un barranco poco profundo entre montañas rocosas, hasta llegar a una meseta, yerma y desnuda, a no ser por unas pocas encinas aisladas. Aquí se encuentra el pequeño pueblo de Las Vertientes, a unos 4.000 pies sobre el nivel del mar. (...) Esta meseta estéril y seca constituye la divisoria entre la cuenca del Guadalquivir y la del Segura, río este último que cruza el reino de Murcia. La meseta está flanqueada al Sur por la Sierra de Oria y al Oeste, por la Sierra de María, dos elevados macizos de imponentes paredes rocosas (...).

Por un camino de herradura salimos de Las Vertientes y, cruzando el Puerto Viejo, que separa la Sierra de María de la Sierra de Periate, llegamos a un hermoso bosque de altísimos pinos (Pinus pinaster, Ait.), que se extiende en torno al pie norte de la primera y llega hasta las mismas casas del pueblo. En María nos alojamos en casa del médico (...).” (Willkomm 1847 (1997), pp. 318-320)

Si no había desaparecido del todo a principios del siglo XX, este pinar estaba en trance de hacerlo. De hecho, la Sierra de María, junto con la alledaña Sierra de los Vélez, fue objeto de un ambicioso programa de repoblación forestal a raíz de la

gran preocupación provocada por sus laderas desprovistas de prácticamente cualquier vegetación (Araque Jiménez, 2009). Estas sierras fueron encomendadas a la División Hidrológica del Segura a partir de 1888 con la finalidad de salvaguardar las vegas del Noreste de Almería y del sureste de Murcia de las desastrosas y recurrentes inundaciones del río Guadalentín y sus afluentes, cuyos efectos se acrecentaban con la pérdida de vegetación.

Conocemos que en una primera etapa de estas actuaciones se repoblaron 100 ha del monte “Umbría de la Virgen”, al pie del cual se extendía el caserío de María (Mira 1917; Araque Jiménez, 2009), es decir, la falda de la sierra que visitara Willkomm. La situación debía ser crítica, puesto que se construyeron 156 diques rústicos en los barrancos principales, que acompañaron la repoblación con siembra y plantaciones de pino carrasco y pino resinero; con ello, a juicio del ingeniero Francisco Mira, se lograron contener los arrastres de la Sierra de María *“que amenazaban seriamente al pueblo situado a su pie”*.

Como expuso Ricardo Cordoní a raíz de las inundaciones de septiembre de 1906, este esfuerzo repoblador resultaba en buena medida desalentador en un momento en el que se continuaba talando los bosques del sureste:

“Inútil es insistir en la conveniencia de extender la repoblación forestal de ambas cuencas [la del Guadalentín y la de la Rambla Mayor, que dan lugar al Guadalentín], para que no se vuelva a cegar por completo el vaso de este pantano [de Valdeinfierno]. En la del río Alcaide hay muchos montes de los términos de María y Vélez-Blanco, donde, a costa de grandes desembolsos, el Estado efectúa repoblaciones, conservando el arbolado existente hasta donde es factible, dada la escasez de la guardería; pero mientras esto ocurre, es un dolor que esa lenta, costosa y difícil labor de repoblación sea no sólo compensada, sino centuplicadamente contrarrestada por la rapidísima tala y despoblación que se está efectuando en la Rambla Mayor” (Codorníu, 1906).

Tal vez se salvaron de la tala algunos pies de los pinos negrales que viera Willkomm medio siglo antes: existe, de hecho, un rodal de pino negral en la Umbría de la Sierra de María que podría proceder de esta época. En las proximidades, está reconocida la naturalidad de unos rodales de gran valor geobotánico e histórico de pino laricio o salgareño en la cima de la sierra (entorno de la Alfaguara).

VIII.- Corredor Subbética-Mágina (Jaén)

La presencia actual del pino negral en esta extensa área de las sierras Béticas interiores procede de repoblaciones realizadas en la segunda mitad del siglo XX:

Disponemos de una cita antigua de Cuatrecasas (1929) en la que hace referencia a que encontró algunos individuos de *Pinus pinaster* en la base de la sierra de Huelma, en el Peñón del Grajo, a 900 m (p. 227). En 1926, en concreto cita un individuo joven, p. 119-120, mencionando también la presencia esporádica de otros ejemplares), que interpretó como los primeros pasos en la invasión de la sierra por el pino resinero que daría lugar a la sustitución paulatina del *xeroqueretum*, *“actualmente formación ya aclimática, pues, han variado los factores ecológicos desde los tiempos en que las consocietas de Quercus ilex fue clímax en las vertientes meridionales y orientales”* (Cuatrecasas, 1929, p. 147)

Esta presencia concuerda con la determinación de polen de *Pinus pinaster* en el yacimiento de El Pajarillo, en la misma localidad de Huelma (López García y López Sáez, 1996, citado en Mesa Garrido, p. 102,).

Interpretación de otras grandes áreas con presencia de *Pinus pinaster* procedente de repoblación durante el siglo XX:

En el resto de las áreas, la presencia de pino resinero en Andalucía procede, por lo que sabemos hasta el momento, de repoblaciones realizadas durante el siglo XX.

- IX.- Sierra de Mijas.
- X.- Montes de Málaga.
- XI.- Sierra Nevada Septentrional (Marquesado).
- XII.- Sierras del Noreste de Granada.
- XIII.- Sierra de Gádor.
- XIV.- Sierra Alhamilla.
- XVI.- Sierra Morena.
- XVI A.- Sierra Morena de Huelva.
- XIV B.- Sierra Morena de Sevilla.
- XIV C.- Sierra Morena de Córdoba.
- XIV D.- Sierra Morena de Jaén.
- XVI.- Pinares interiores onubenses.
- XVII.- Pinares del litoral onubense.



Foto 27. Pinar de pino resinero en Chiclana de Segura (Sierra Morena de Jaén).

En algunos casos, sin embargo, resulta discutible la ausencia o, de forma opuesta, la presencia histórica de pino resinero en algunas comarcas.

Dos ejemplos son representativos de ellos. Por un lado, la bibliografía recoge la presencia histórica de *Pinus pinaster* en la Sierra de La Sagra, al noreste de la provincia de Granada. Esta cita se debe a un escrito de Willkomm que es, cuanto menos, confuso. Pensamos que la designación de “pino rodeno” con que el botánico alemán identificó al pino que cubría la ladera de La Sagra en la revisión a su viaje de juventud de 1845, que preparó para un segundo libro publicado en 1882, quizás no corresponda a *Pinus pinaster* (aunque esta especie está presente en la parte norte de la sierra, en el cauce del río Raigadas, pero alejado del lugar geográfico que visitara el botánico alemán): “*El bosque, que se extiende también por las laderas de la Sagra hasta por encima de su mitad baja, está formado aquí también y exclusivamente por el Pino Rodeno*” (Willkomm, 1882, p. 52). Desafortunadamente, el relato de 1845 no ofrece pistas adicionales: “*La Sagra Sierra es considerada por todos como inaccesible (...) Un bello y verde valle, flanqueado a la izquierda por montañas cubiertas de pinos y a la derecha por colinas de roca pelada, con peñascos de caprichosas formas, nos llevó en hora y media hasta el pie oriental de la sierra*” (Willkomm, 1847, p. 324).

Un pasaje de Simón de Rojas Clemente de 1805 aumenta las dudas sobre la identificación de este pinar con *Pinus pinaster*: “*La Sagra, fuera del pelado de arriba donde ya no provalecen (así pronuncian esta voz en el Levante de la Provincia), está llena de pinos (entre los que hay algunos sembrados o labores) todos de la especie que llaman blancos (negrales de Titaguas) y de encinas que llaman carrascos. En sus alrededores hay muchos pinos carrascos. Su bosque, aunque densísimo todavía, ha ido a menos por la mucha madera que se ha cortado de él para Murcia y Arsenal de Cartagena. Para ésa estan cortando ahora gente que en dos meses acaba de echar a tierra 900 pies*” (Simón de Rojas Clemente, p. 584, anotación de 18 de junio de 1805).

La identificación de este pino “blanco” o “negral de Titaguas” con el *P. nigra* resulta incuestionable, en base al uso a que se destinaba la madera y, asimismo, por un escrito complementario del propio Simón de Rojas Clemente: en su “*Historia Civil, Natural y Eclesiástica de Titaguas*” identifica el “pino negral” con *Pinus clusiana* sp. nova. A este *Pinus clusiana*, sinónimo del actual *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* le atribuye como característica dar mayor cantidad de tea y una excelente madera (Botella y Mateo Sanz, 1998).

El segundo ejemplo corresponde a los pinares de la gran zona de Sierra Morena. Resulta incuestionable el origen actual de las masas de pino negral de Sierra Morena a partir de repoblaciones. Sin embargo, hay un pequeño núcleo de *Pinus pinaster* reconocido como autóctono en la Sierra de Fuencaliente, a unos escasos kilómetros del límite entre Ciudad Real y Córdoba (Zona de conservación en Alía et al (1996), que fuera puesto de manifiesto por Máximo Laguna en 1888 en el marco de los trabajos de la Comisión de la Flora Forestal Española (en Charco, 2016): “*Suele creerse, y yo estaba también en ese error, que los pinos faltan completamente en esta parte de Sierra Morena; sin embargo, los hay, aunque muy escasos. En unos ásperos peñascales de Sierra Quintana, sitio llamado Nava-Manzano [...] se encuentran algunos ejemplares raquíuticos y torcidos del Pino negral o marítimo (P. pinaster Ait) [...] ¡Oh naturaleza! ¡Qué de ridiculeces te atribuye la ridícula manía de los que todo quieren explicarlo según leyes que aun nadie conoce!*”

En relación con esa zona geográfica, vale la pena recordar también que en la Sierra del Pedroso y en la Sierra de Aracena (Huelva) *Pinus pinaster* era conocido como “pino Flandes” (Comisión de la Flora Forestal Española, 1870, en Alía et al, 1996, p 11), posiblemente porque procediera de repoblaciones iniciadas hacia siglos con objeto de obtener maderas para apeas de mina.

8.- El manejo de los pinares de *Pinus pinaster* en el siglo XXI: consideraciones selvícolas y de ordenación

8.1. Contexto general de la selvicultura de *Pinus pinaster* en Andalucía

La selvicultura del pino resinero mediterráneo o pino *mesogeano* ha sido objeto de una sistematización reciente (Roque et al, 2008). Como se pone de manifiesto en dicho trabajo, existen diferencias significativas con la selvicultura de la subespecie *maritima*, comenzando por la diferencia de vocación de la una y la otra: principalmente protectora en el *mesogeano*, con relevante función productora en el *maritima*.

Gestionar pinos mediterráneos implica valorar circunstancias y tener presentes retos distintos a los que aborda la selvicultura del pino negral de otras zonas geográficas de España. Aunque, evidentemente, también comparta gran parte del análisis, del enfoque y de las propuestas. La práctica de la actuación forestal se ha calificado como selvicultura mediterránea, que ya ha recibido cierta atención (Montoya Oliver, 1994; Alejano y Martínez, 2003), teniendo su desarrollo un eminente carácter práctico y adaptado a las diferentes circunstancias.

Roque et al (2008), por ejemplo, inciden en la dificultad de las cortas de regeneración, que solo serían factible conseguir de modo óptimo en lugares propicios, estando muy limitada bajo situaciones que comprometan la estabilidad del sustrato (en rasos derivados de incendios o cortas mal efectuadas). En este sentido, se llama la atención sobre el hecho de que por lo general sólo se emplea como herramienta selvícola la corta, no practicando actuaciones complementarias como la preparación del suelo mediante su remoción que ayudasen a generar un lecho de siembra más adecuado.



Foto 28. Corta de regeneración en pinar de pino negral en Villaviciosa de Córdoba (Sierra Morena). En segundo plano, pinar de pino piñonero.

Alejano y Martínez (2003) ponen el énfasis en la selvicultura conducente a la mejora evolutiva de los pinares de repoblación, por un lado, y en la selvicultura preventiva, por otro. En el primer caso, definen un gradiente de situaciones de pinar de repoblación de cara su diversificación y mejora evolutiva: el asimilable a pinares naturales potenciales (bajo condiciones limitantes y de calidad de estación propias del pinar autóctono), y el asimilable a etapa serial de una formación de mayor madurez en zonas del dominio de los *Quercus* mediterráneos (bajo situaciones favorables de suelos, clima y fisiografía).

Para la regeneración, se recomiendan las cortas por aclareo sucesivo o las cortas a hecho por bosquetes (Roque et al, 2008), siempre con una dimensión prudente para poder redirigir carencias en el establecimiento. Este método es seguido en la selvicultura práctica en montes de pinar de pino negral de Andalucía, como se verá a continuación en los ejemplos prácticos de ordenación y selvicultura de pinares.

Una situación común en Andalucía es que ante la vocación eminentemente protectora de estos pinares y los objetivos de conservación perseguidos (hay que tener en cuenta que gran parte de la superficie protegida de Andalucía en espacios como el Parque Natural de Sierra Nevada, Parque Natural de Sierra María- Los Vélez, Parque Natural de la Sierra de Baza, Parque Natural de la Sierra de las Almajara, Parque Natural de la Sierra de las Nieves, Paraje Natural de Sierra Bermeja coincide con superficie de pinar de *Pinus pinaster*) la gestión se base en su conversión a una masa mixta, en un proceso que frecuentemente recibe el nombre de naturalización de pinares.

En estas situaciones, la aplicación de criterios de ordenación rígidos es, cuanto menos, difícil, porque nos estamos alejando de la equiparación semántica del monte ordenado con un concepto idealizado de regularidad, identificado de forma demasiado simplista con uniformidad específica y estructural (en este sentido, recordemos la crítica que ya hiciera en su tiempo el redactor de Plan Forestal Español de 1938, Luis Ceballos sobre las masas ordenadas, que entendía que podrían resultar “*admirables, magníficos fustales en espesura, con troncos columnares y espesas, pero recogidas copas (...)* [pero que en realidad] *son masas arbóreas domesticadas cuya propia existencia es forzada y antinatural, con elevadísimo desnivel de la balanza biológica*”, Ceballos (1958), tomado de Gómez Mendoza y Mata Olmo (2006, p. 29). En definitiva, en los Planes de Ordenación de repoblaciones de pinar de pino negral en Andalucía lo usual es desordenar el monte, aumentando su diversidad e irregularidad, buscando convertir la masa inicial en un bosque ecológicamente funcional.

Las Instrucciones de Ordenación de Montes de Andalucía resuelven esta inadecuación al modelo organizativo teórico del Monte normal y, con ello, la dificultad de adhesión a un método de ordenación incorporando la posibilidad de proponer modelos de gestión específicos: “*Si la consecución del estado final no supone la transformación de la estructura global de la masa en un modelo de Monte normal, deberán proponerse modelos de gestión durante el horizonte temporal de la ordenación que permita planificar las actuaciones en todo ese plazo. Estos modelos serán específicos, pudiendo consistir en variantes de los métodos contemplados en las presentes Instrucciones*” (artículo 191.2 de la Orden de 26 de enero de 2004 por la que se aprueba las Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes en la Comunidad Autónoma de Andalucía).

Hay que tener en cuenta que el valor económico monetarizable de estos pinares es muy reducido. La explotación de la resina, que actúa como motor selvícola de una superficie muy importante de estos pinares durante el siglo XX, desapareció en los años de la década de 1970 (el gran incendio de La Almirajara de 1975, que destruyó la superficie de pinar de “La Resinera” supuso el acta de defunción de una actividad que estaba en plena crisis ante la falta de demanda y la carestía comparativa de la resina natural en comparación con los productos sintéticos).

Hubo que esperar hasta 2014 para que los pinos negrales de Andalucía se volvieran a resinar, a través de una experiencia impulsada por el Parque Natural de las Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama, aprovechando un contexto nacional favorable (Tabla 5). Se resinaron 2.000 pinos, obteniéndose una cantidad de 800 kg. Al año siguiente se aumentó el número de resineiros hasta llegar a 20.000 pies y produciendo 32.700 kg, empezándose también a resinar en el P. N. de la Sierra de Andújar, con 10.000 pies (dos matas) y una producción de 13.000 kg, y en el P. N. de Despeñaperros, con 10.000 pies, que dieron 17.200 kg. En 2016, en el P.N. de Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama se había ampliado a 22.000 pies con una producción de 44.600 kg; en el P.N. de Despeñaperros, de los 10.000 pies resinados se obtuvieron 25.400 kg. También se han hecho pruebas demostrativas en el P. N. de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas (2.000 pies en 2016 con 3.386 kg) y el P. N. de Sierra María – Los Vélez, con una producción de unos 1.000 kg. Si bien es un aprovechamiento a tener en cuenta a escala local, difícilmente podrá llegar a tomar las dimensiones que adquirió a mediados de siglo XX:

	2014	2014	2016	2017
N.º de pies	2.000	2.000	41.500	35.500
kg	800	800	62.900	74.386
kg/pie	0,4	0,4	1,52	2,1

Tabla 5. Resinación en Andalucía (2014-2017). Fuente: Revista Tierra de Pinares y P. N. Sierra de Tejeda, Almijara y Alhama.



Foto 29. Fuste de pino que muestra la huella de una antigua resinación. Sierra de Albuñuelas (Granada).

En cuanto al aprovechamiento de la madera de los pinares de *Pinus pinaster*, en términos generales es reducido, dado su carácter protector y la baja calidad de estación (para el fin productor de madera de calidad) de gran parte de superficie. De hecho, los tratamientos de clareo y claras suelen ser deficitarios, quedando muy lejos la posible cifra de venta de la madera en cargadero del coste necesario para su extracción (para un caso normal de una clara con mayoría de pies menores de 20 cm, el coste de extracción puede ser varias veces superior al de la venta del producto).

No obstante, lo anterior ha de ser matizado a escala comarcal y local, en el sentido de que hay montes de titularidad pública y privada en donde es posible llevar a cabo aprovechamientos económicamente productivos, aunque esto está ligado al coste de la extracción (Guzmán Álvarez et al, 2012), que en los pinares de Andalucía arroja un abanico de precios muy dispar en función de las características concretas del monte, la proximidad a los aserraderos, la calidad de los fustes y las dificultades y medios disponibles para los trabajos. Esta orientación productiva hace que para algunos pueblos y comarcas como Sierra Morena de Córdoba, Los Filabres en Almería o la Sierra de Cazorla y Segura, la extracción de madera y su preparación en aserraderos el pino rodeno tenga incidencia económica en el territorio.



Foto 30. Apeo de un pino en el monte Poyo de Santo Domingo (Queada, Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas).



Foto 31. Trozas en el patio de un aserradero (Villaviciosa de Córdoba).



Foto 32. Tablas para cajas de embalaje en sala de aserradero (Fiñana, América).

Durante los años 2011 a 2014, gracias al alza de precios de la biomasa forestal para fines eléctricos a raíz de la normativa de primas a la energía renovable del Real Decreto 661/2007, por el que se regula la producción de energía eléctrica en régimen especial, se dio lugar a una ventana de oportunidad para la extracción de biomasa excedentaria de los pinares de Andalucía (en base a los principios de la gestión forestal sostenible y su plasmación concreta en los proyectos de ordenación y planes técnicos, tal y como recogió la Orden de 29 de diciembre de 2011 por la que se regula el aprovechamiento de la biomasa forestal con destino energético). Esta especie de alianza entre el sector de las energías renovables y la gestión forestal sostenible concluyó con la publicación del Real Decreto 413/2014, que unificó las primas y redujo la intensidad de apoyo vía precio del kw, cuya incidencia se sumó a la eliminación de los incentivos económicos para nuevas instalaciones renovables (Real Decreto Ley 1/2012) y la publicación de una nueva tarificación (Real Decreto Ley 2/2013). Como consecuencia, el precio de compra de la biomasa forestal para fines eléctricos se redujo (de en torno a 60-65 €/t a 35-40 €/t), reduciendo las expectativas de aprovechamiento de muchos montes y volviendo a hacer dificultosa una selvicultura que se base solamente en la venta de los aprovechamientos derivados de las cortas del Plan Especial, salvo para las situaciones en que sea rentable el aprovechamiento para madera o biomasa térmica (Guzmán Álvarez, 2017).

La falta de rentabilidad obliga a que las necesidades selvícolas de los pinares del sur de España, especialmente de las masas de repoblación, hayan de ser cubiertas con inversiones, que suponen un gasto considerable (de 2.000 a 5.000 euros/ha). Las limitaciones presupuestarias y, en el caso de los pinares en terreno público, las dificultades inherente al desarrollo de estos proyectos (que deben pasar por sucesivas fases para su implementación, desde el diseño final hasta la ejecución, exigiendo un recorrido administrativo que ha aumentado considerablemente su complejidad y exigencia en tiempo y recursos) son factores a tener en consideración para interpretar la acumulación de tratamientos selvícolas no ejecutados (clareos y claras) que arrastra una superficie considerable de los pinares de Andalucía.



Foto 33. Astilladora trabajando en un pinar de pino resinero (Yunquera, Málaga).



Foto 34. Pinar aclarado a partir de un aprovechamiento de biomasa (Yunquera, Málaga).

En este panorama hay que realizar la salvedad de los tratamientos selvícolas de reducción de la biomasa combustible en las áreas cortafuegos, que son realizados con regularidad bajo los periodos de actuación que determina la planificación de la prevención de incendios. Los desbroces de las fajas y áreas cortafuegos son realizados a través de maquinaria o métodos manuales, empleándose también el mantenimiento a través de pastoreo dirigido en el marco de la Red de Áreas Pasto Cortafuegos de Andalucía (RAPCA).



Foto 35. Área cortafuegos en pinar de pino negral que se mantiene con pastoreo (Casarabonela, Málaga).



Foto 36. Faja preventiva a lo largo de un camino forestal. Caniles (Sierra de Baza, Granada).

La carencia de tratamientos en estos pinares de repoblación (cuyas densidades iniciales, que llegaban a superar los 2.000 pies/ha, se ha mantenido en ocasiones con un porcentaje de marras modesto) da lugar a pinares con una gran densidad, que están expuestas a un grave riesgo de estancamiento. Si, además, las condiciones meteorológicas son adversas (ciclos de sequía prolongados, picos de altas temperaturas...), se puede producir el colapso de la repoblación. Por otro lado, estas superficies repobladas están expuestas de modo recurrente a estados de desequilibrios biológicos como el ataque de insectos que se comportan como plaga como la procesionaria del pino o la cochinilla corticícola (*Matsucoccus feytaudi*). Si se prolonga demasiado en el tiempo esta situación de decaimiento, la inestabilidad repercute de forma tan negativa en la formación forestal que pierde todo su potencial de resiliencia, llegando, en el caso extremo (pero que cada vez se manifiesta con mayor frecuencia) a la muerte simultánea del arbolado que ocupa una gran superficie.



Foto 37. Pinar de pino resinero afectado por procesionaria en la Sierra de Baza (Caniles, Granada).

Este colapso tiende a ser masivo y homogéneo en su afección; ante condiciones selvícolas y de estación uniformes, generalmente no se dan lugar a diferenciaciones a escala de sitio que originen autoaclareos selectivos de la masa que eliminen los pies en función de su debilidad, sino que, por el contrario, es todo el rodal el que se ve afectado por la misma intensidad del decaimiento.

Los tratamientos selvícolas en estas masas de gran uniformidad y espesura, en la que las ramas están trabadas y la superficie foliar es reducida, limitada al plano superior del dosel, presentan riesgos adicionales en su ejecución debido a la pérdida de la estructura y a la desestabilización de la arquitectura colectiva, quedando los árboles expuestos a la incidencia

de la nieve o de vientos que pueden provocar la caída de gran número de los pies restantes. Además, el mayor sombreado del suelo a raíz de la intervención puede provocar un cambio en las condiciones microclimáticas de humedad y temperatura, pudiendo agravar los factores que limitan el adecuado crecimiento del arbolado. Por ello, incluso bajo estados de decaimiento severo, los clareos o claras han de plantearse con prudencia, conjugando la necesidad de reducir de forma apreciable la densidad inicial para disminuir la competencia con tratar de evitar los riesgos de las deficientes condiciones de esbeltez y arquitectura general de los árboles.



Foto 38. Decaimiento de pinar de *Pinus pinaster*. Sierra de Baza.

Ante formaciones forestales cuya vocación principal no es, ni mucho menos, la productora, la definición de objetivos y de modelos de gestión tiene que ver con maximizar las funciones ecológicas o servicios de los ecosistemas que aportan. Por ello, en el caso de las repoblaciones de pino resinero en Andalucía, el futuro de estas formaciones, frecuentemente coetáneas y con tendencia a la uniformidad, es el de acelerar en la medida de lo posible la trayectoria que había sido definida en el momento de su creación: la conversión hacia formaciones mixtas mediterráneas.

El ejercicio de la silvicultura en estos pinares de repoblación se enfrenta a continuas dudas y a una gran incertidumbre: se debe ir aprendiendo conforme se hace, ante la falta de modelos previos, de situaciones forestales pasadas comparables. De hecho, éste es uno de los grandes retos de la silvicultura mediterránea: gestionar el futuro de unas plantaciones que, en su momento, fueron exitosas en relación con los objetivos que fueron establecidos, pero que se enfrentan a una situación de tensión creciente como consecuencia de su propio éxito biológico y de la modificación de las condiciones de contexto.



Foto 39. Laderas incendiadas y a las que no llegaron las llamas en la Sierra de Ojén (Málaga).

La presencia en el territorio de las repoblaciones del siglo XX, que ya han alcanzado una edad que supera, en muchos casos, la mitad de turno previsto, es una singularidad histórica en cuanto a su extensión y a sus características selvícolas y ecológicas. Si a ello le añadimos que nos encontramos en un contexto de cambio continuo de las condiciones climáticas que está afectando, y afectará previsiblemente aún más en el futuro a esta vegetación, se comprenden las dificultades de cara a la toma de decisiones para su gestión, máxime cuando con frecuencia se practica una selvicultura de oportunidad que aprovecha los impulsos de inversión económica o de convocatoria de subvenciones, cuando no es una selvicultura de emergencia, ante crisis vegetativas debida a desequilibrios biológicos, incidencia de sequías y otros eventos extremos o, en general, procesos de decaimiento.

El Plan Forestal Andaluz de 1989 asignó como uno de los principales modelos de uso de estas repoblaciones la reconstrucción de la vegetación en áreas que habían sido objeto de uso agrícola, ganadero y forestal, vocación para la que muchas de ellas fueron inicialmente concebidas. La novedad en este momento, ya bien entrado el siglo XXI, es que hay factores que obligan a que este relevo se haga con más celeridad si cabe, de forma que se añada diversidad y se rompa la coetaneidad en el menor tiempo posible porque los factores que presionan en contra están acrecentando su incidencia. Esto sería, evidentemente, lo deseable, porque el aumento de las temperaturas, la mayor extensión del periodo de sequía hídrica, el aumento de los desequilibrios de las poblaciones de insectos o la ocurrencia de incendios de gran intensidad que afecta a superficies cada vez mayores, son factores que juegan en contra de la estabilidad y persistencia de estas formaciones forestales.

El paradigma de esta conversión de la regularidad y uniformidad de las repoblaciones en formaciones mixtas (bajo cualquiera de sus formas: desde formaciones de pinar aclaradas al reemplazamiento prácticamente efectivo por formaciones de frondosas mediterráneas con diferentes grados de madurez) se suele recoger en las actuaciones selvícolas de Andalucía bajo el apelativo de “naturalización de pinares”.

La naturalización es sinónima, por tanto, de reemplazamiento efectivo del pinar de repoblación inicial (usualmente coetáneo y uniforme) por formaciones irregulares, mixtas, más diversas desde el punto de vista estructural y biológico. Para ello se saca partido de la dinámica interna del pinar, que en muchos casos ha permitido el establecimiento bajo su dosel de especies más exigentes en sombreado, entre las cuales la encina es la más citada, pero que no se limita a esta especie: madroños, enebros, labiérnagos, espinos y otros muchos arbustos, árboles y arbolillos se pueden establecer bajo los pinos. Dependiendo del grado de desarrollo y de madurez de esta regeneración bajo dosel, se gradúa la intervención, pudiendo también admitir actuaciones de enriquecimiento mediante plantación con otras especies cuando el reclutamiento resulte insuficiente.

Estas intervenciones de reducción de la densidad también pueden tener como objetivo la creación de superficies abiertas, con diferentes finalidades: mejorar el hábitat de especies amenazadas, crear grandes áreas para la prevención de incendios, aumentar la superficie pascícola para el aprovechamiento ganadero o promover la biodiversidad.

Forman parte de este tipo de actuaciones, por ejemplo, los proyectos de actuación que han incidido en la conservación del lince ibérico o el águila imperial, creando espacios de hábitat más propicios para su presa principal, el conejo, potenciando el efecto de la actuación selvícola con la creación de refugios para la cría de los lagomorfos. Un ejemplo de ello son las actuaciones en los pinares de repoblación en los términos municipales de Cardena y Montoro (Sierra Morena de Córdoba, Parque Natural de Cardena y Montoro), en donde se diseñaron claras que favorecieran las áreas de cría, las áreas de establecimiento y las áreas de dispersión de lince ibérico (Seseña, 2010). Partiendo de densidades iniciales de pinar de repoblación muy diversas (con máximos de 757 pies/ha, aunque en general situadas entre 120 y 450 pies/ha), las claras se orientaron a generar un paisaje de arbolado más o menos ahuecado en función del tipo de área a crear (50 pies/ha para las de cría y de establecimiento, 150 pies/ha para los corredores de dispersión), que fueron acompañadas de desbroces de matorral (jaral).

Estas actuaciones de naturalización pueden tener carácter integral cuando la situación inicial del rodal presente diversificación específica y estructural. Como ejemplo de ello, se puede exponer la clara definida para un rodal de 115 ha en el Espacio Natural de Sierra Nevada (Dehesa del Calvario, Güéjar Sierra, Granada), compuesto por una formación mixta de pino silvestre (*Pinus sylvestris*), pino negral (*Pinus pinaster*), pino laricio (*Pinus nigra*), algo de pino negro (*Pinus uncinata*) y, en las zonas bajas, cedros (*Cedrus sp.*), robles melojos (*Quercus pyrenaica*) y algunas encinas (*Quercus ilex subsp. ballota*) dispersas. La densidad inicial de las coníferas era de 714 pies/ha, estando representadas todas las clases diamétricas, fijándose como objetivo un clareo/clara con una intensidad de 286 pies/ha, y poda de la masa residual (428 pies/ha), junto con el resalveo de las encinas y robles melojos (Romero, 2007).

Otro ejemplo de actuaciones de naturalización, bajo una situación de gran densidad, lo encontramos en pinares de repoblación del área de las sierras calizas del sector central de la provincia de Jaén (Barranco del Monasterio, en Campillo de Arenas, con rodales con densidades de 1.300 a 2.170 pies de *Pinus pinaster*/ha; y Cerro de Jabalcuz, en el término de Jaén, con 1.000 a 1.900 pies de *Pinus pinaster*/ha). Las intensidades de corta fueron entre el 30% y el 45%, eliminando con preferencia los pies dobles, carentes de futuro o dominados, teniendo como escenario final la apertura de huecos de luz alrededor de la regeneración de frondosas (en donde la intensidad de la clara fue mayor, generando una estructura en bosquetes), cuando ésta esté presente, o con vistas a hacer plantaciones de estas especies en el futuro (Seseña, 2006).

Otro ejemplo son las actuaciones de naturalización de pinares en la Sierra de Grazalema, cuya finalidad es obtener un mejor espacio de crecimiento y desarrollo para los pinsapos que se han regenerado bajo los pinos negrales, ampliando

de esta forma el área de distribución del pinsapar. Estas operaciones selvícolas se realizan de forma prudente, tanto por el carácter delicado de los arbolillos de pinsapo en sus primeras etapas de crecimiento como por el riesgo de generar condiciones de soleamiento favorables al matorral heliófilo (aulagas, labiadas).



Foto 40. Pinar en las sierras exteriores a Sierra Nevada. Puerto de la Mora (Huétor Santillán).

Los retos de las repoblaciones del sureste (Almería y este de Granada) tienen que ver con el mantenimiento del estado de vigor de un arbolado cada vez más debilitado. Si bien durante unos años el fenómeno del decaimiento se asoció sobre todo a los pinares de pino silvestre y pino laricio de repoblación del entorno de la Sierra de los Filabres, la Sierra de Baza y otras sierras del sureste andaluz, en los últimos años se está extendiendo a las repoblaciones de pino negral y de pino carrasco,

Como se ha puesto de manifiesto en ensayos de tratamientos selvícolas en la zona (Abellanas et al, 2001), la solución pasa por tratamientos de claras que compensen el déficit acumulado de tratamientos. Estas claras, por encima en general del 30%, deben siempre contrastarse, como se ha comentado, con los riesgos asociados a la pérdida de estructura del pinar restante. También se debe valorar la respuesta a la mayor insolación y, en general, a nuevas condiciones de estrés. En el otro fiel de la balanza pesan como elementos para la toma de decisión la urgencia y la oportunidad: ante la falta de previsibilidad de la inversión que hace posible el tratamiento selvícola, las claras de intensidad fuerte se convierten a menudo en la alternativa de gestión plausible, tanto para propietarios privados como para públicos.

La falta de demanda de la madera y leña hace que a menudo no sea ni siquiera posible plantearse su extracción del monte, por lo cual las actuaciones deben responder a la pregunta de qué hacer con los restos de la corta. La presencia de perforadores, por ejemplo, puede aconsejar la trituración de los restos mediante desbrozadora de martillos o de cadenas o mediante astillado, tratamientos que son muy onerosos económicamente. Cuando el riesgo sea menor, es posible aplicar otras estrategias, entre las que destaca la creación de lugares para el refugio de la fauna o estructuras para contención del suelo y reducción de la erosión, o el apeo con posterior descopado y desramado, estrategias que también tienen presente la no exportación de los nutrientes acumulados por la madera y la restitución de la mayor cantidad posible de carbono al ecosistema.

El tratamiento de los residuos es aún más polémico tras un incendio forestal o un decaimiento súbito, circunstancias que provocan una gran cantidad de biomasa sobre el terreno, cuyo destino se ha de estudiar y valorar adecuadamente en cada caso. Alejados de recetas simplificadoras en exceso (dejar siempre toda la biomasa en el terreno o, como opción opuesta, extraerla en su totalidad en todos los casos), el abanico de alternativas es muy amplio en función de las características del terreno (con factores como la pendiente, el riesgo de erosión, la distancia a vías de comunicación, la incidencia paisajística, etc.), las características del arbolado quemado (potencial de regeneración tras el incendio, biomasa total, grosor y longitud de los fustes, porcentaje de ramaje, estado de la madera) y otras características biológicas y ambientales (incidencia previsible de plagas de perforadores, riesgo para la población por caídas futuras de los árboles muertos, arrastres futuros, facilidad para trabajos selvícolas de restauración y de silvicultura posteriores, incidencia sobre el establecimiento de la posible regeneración (Castro et al, 2009). En términos generales, en todo caso, el coste de las actuaciones posteriores a la crisis ambiental (sea incendio, decaimiento u otra circunstancia como los efectos de una gran nevada, un torbellino local o cualquier otra) siempre será elevado, y supondrá un reto el poder acometerlo.

El carácter eminentemente protector (en sus diferentes facetas) de los pinares de pino negral de Andalucía no debe hacer, que existen montes en los que se realiza aprovechamiento económico de la madera y de otros productos. Pero incluso en estos casos, usualmente la finalidad principal asignada al monte será la protectora, en un contexto de multifuncionalidad.

Todas estas circunstancias hacen que las recomendaciones de los manuales selvícolas para este tipo de pinares de repoblación se consideren como modelos ideales para guiar el diseño de las actuaciones, cuya solución concreta será el resultado de confrontar las características del rodal y su evolución previsible, los factores ambientales y selvícolas y los derivados del contexto de oportunidad económico y administrativo que rodeen la intervención.

Entre estas guías selvícolas cabe citar la cifra orientativa propuesta por Roque et al (2008) de tres claras bajas moderadas separadas entre 10 y 20 años para pinares de repoblación con objetivo principal protector, modelo probablemente idealizado para las condiciones forestales de Andalucía.

En cuanto al régimen de intervención de claras, en los Proyectos de Ordenación se utiliza como criterio la información de los trabajos de referencia sobre *Pinus pinaster* (Gandullo y Sánchez Palomares, 1994; Bravo et al, 2004). Ante la falta de estudios específicos regionales, como tablas de producción se han utilizado las elaboradas por García Abejón y Gómez Loranca (1989) para el Sistema Central. En el caso de los pinares de pino negral de calidad media-baja de la parte occidental de Málaga, De Benito (2000) elaboró unas tablas de producción específicas (Tabla 6).

Edad	Situación antes de la clara					Situación después de la clara				
	N	H	Dc	AB	Vcc	N	AB	Vcc	CCA	CMA
20	1100	3	11	10,4	21,9	825	7,8	16,5	2,2	1,1
30	825	5	17	18,7	65,5	619	14	49,2	4,9	2,4
40	619	7	23	25,7	126	481	20	97,9	7,7	3,7
50	481	8	28	29,6	165,8	344	21,2	118,6	6,8	4,3
60	344	9	32	27,7	174,2	275	22,1	139,3	5,6	4,5
70	275	10	35	26,4	185,1	248	23,8	168,2	4,5	4,5
80	248	11	37	26,7	190,9	223	24	171,6	2,3	4,2
90	223	12	39	26,6	207,5	200	23,9	186,4	3,6	4,2
100	200	12	40	25,1	195,8				0,9	3,8

Tabla 6. Tablas de producción para *Pinus pinaster*, calidad media-baja en Sierra Bermeja (Jubrique, Málaga). Adaptado de De Benito (2000). H: altura maderable (m); Dc: Diámetro medio cuadrático (cm); AB: área basimétrica (m²/ha); Vcc: Volumen con corteza (m³/ha); CMA: crecimiento medio de volumen y CCA: Crecimiento corriente de volumen (m³/ha/año).

Recientemente, Montero et al (2015), en el marco de los trabajos realizados en el proyecto RECAMAN ("Economía y silvicultura de los montes de Andalucía") han elaborado dos esquemas de silvicultura a ciclo completo para *Pinus pinaster* en Andalucía para dos calidades de estación diferenciadas (media-alta y media-baja). Estas calidades de estación corresponden, respectivamente, a una altura dominante de 18 metros (en las tablas del anejo se indican 20 metros) y 15 metros a los 50 años. Para la definición de las variables de la masa (densidad, diámetro normal, altura dominante y volumen) se utilizaron las ecuaciones de producción y crecimiento de Río et al (2006), con un régimen de claras basado en los ensayos realizados en las parcelas de investigación del CIFOR-INIA y las experiencias de los investigadores (Tabla 7 y 8).

Estos autores (Montero et al, 2015) también desarrollaron una silvicultura a ciclo completo para masas irregulares (Tabla 9), apoyándose en los estudios de Soares Barreto (2005).

Año	Turno	Intervención	D	H	V inicial	V extraído	Carbono extraído	Pies extraídos	Pies finales	Criterio para aplicar
			cm	m	m ³ /ha	m ³ /ha	tC/ha	pie/ha	pies/ha	
0	T1	Plantación							1250-1600	Subsolado lineal, terrazas, hoyos con retroexcavadora
15	T1	Clareo	12	9	115	38,2	6,3	500	1000	Aclarar rodales más densos. Eliminar matorral
30	T1	1ª clara	25	14	210	78,9	29,4	375	625	Clara moderada a fuerte sistemática al 30%. Poda del resto
40	T1	2ª clara	31	17	210	58,7	23,4	175	450	Clara por lo bajo, se extrae un 30%
50	T1	3ª clara	36	20	223	86,7	34,1	175	275	Clara por lo bajo, se extrae el 50%. Liberación de frondosas

Año	Turno	Intervención	D	H	V inicial	V extraído	Carbono extraído	Pies extraídos	Pies finales	Criterio para aplicar
			cm	m	m ³ /ha	m ³ /ha	tC/ha	pie/ha	pies/ha	
60	T1	Corta preparatoria	39	22	172	78,8	29,7	125	150	Extraer los árboles peor conformados
70	T1	Corta diseminatoria	43	23	128	102,6	36,4	120	30	Se corta el 75% de los árboles. Se dejan árboles padres y para futura madera muerta
80	T1	Corta de árboles padre	51	24	48	23,9	7,0	15	15	Se corta el 50% de árboles padre
15	T2	Clareo de regenerado	7,5	9	108	53,8	3,9	> 2000	1000	Roza de matorral y clareo hasta densidad de 1000 pies/ha
30	T2	1ª clara	25	14	210	78,9	29,4	375	625	Clara por lo bajo afectando al 40% o más de los árboles; poda de los mejores; liberación de frondosas
40	T2	2ª clara	31	17	210	67,1	26,8	200	425	Clara por lo bajo, se extrae el 30%
50	T2	3ª clara	36	20	211	61,9	24,3	125	300	Clara por lo bajo, se afecta al 40% de los árboles; poda de formación y liberación de frondosas
60	T2	Corta preparatoria	39	22	188	93,9		150	150	Extraer los árboles peor conformados
70	T2	Corta diseminatoria	43	23	128	102,6	35,6	120	30	Se corta el 75% de los árboles. Se dejan árboles padres y para futura madera muerta
80	T2	Corta de árboles padre	51	24	48	23,9	36,4	15	15	Se corta el 50% de árboles padre
15	T3	Clareo de regenerado	7,5	9	108	53	7,0	1000	1000	Roza de matorral y clareo de 1000 pies/ha

Tabla 7 Esquema de silvicultura de *Pinus pinaster* para Andalucía: calidad media-alta, 18-20 metros a la edad de referencia de 50 años (adaptado del Anejo 6.1.A de Montero et al, 2015, pp. 252-257)

Año	Turno	Intervención	D	H	V inicial	V extraído	Carbono extraído	Pies extraídos	Pies finales	Criterio para aplicar
			cm	m	m ³ /ha	m ³ /ha	tC/ha	pie/ha	pies/ha	
0	T1	Plantación							< 1500	Subsolado lineal, terrazas, hoyos con retroexcavadora
20	T1	Clareo	7	6	78	25,9	1,6	500	1200	Eliminar matorral
35	T1	1ª clara	14	12	107	32,1	6,6	360	840	Clara moderada a fuerte sistemática al 35%. Poda del resto
45	T1	2ª clara	21	14	129	51,7	17,0	336	504	Clara por lo bajo, se extrae un 40%
60	T1	3ª clara	29	16	145	57,7	22,8	201	303	Clara por lo bajo, se extrae el 40%. Liberación de frondosas

Año	Turno	Intervención	D	H	V inicial	V extraído	Carbono extraído	Pies extraídos	Pies finales	Criterio para aplicar
			cm	m	m ³ /ha	m ³ /ha	tC/ha	pie/ha	pies/ha	
70	T1	Corta preparatoria	33	17	119	48,2	19,3	123	180	Extraer los árboles peor conformados. Afecta al 40% de los pies
80	T1	Corta diseminatoria	40	19	122	97,4	36,5	144	36	Se corta el 80% de los árboles. Se dejan árboles padres y para futura madera muerta
95	T1	Corta de árboles padre	45	20	36	18	6,1	18	18	Se corta el 50% de árboles padre
15	T2	Clareo de regenerado	2,5	3,5	73	18,2	0,1	500	1200	Clareo hasta densidad de 1200 pies/ha
35	T2	1º Clara	14	12	107	32,1	6,6	360	840	Clara por lo bajo afectando al 30% o más de los árboles; poda de los mejores; liberación de frondosas
45	T2	2ª clara	21	14	129	51,7	17,0	336	504	Clara por lo bajo, se extrae el 40%
60	T2	3ª clara	29	16	145	57,7	22,8	201	303	Clara por lo bajo, se afecta al 40% de los árboles; poda de formación y liberación de frondosas

Tabla 8. Esquema de selvicultura de *Pinus pinaster* para Andalucía: calidad media-baja, 15 metros a la edad de referencia de 50 años (adaptado del Anejo 6.1.A, de Montero et al, 2015, pp. 258-261).

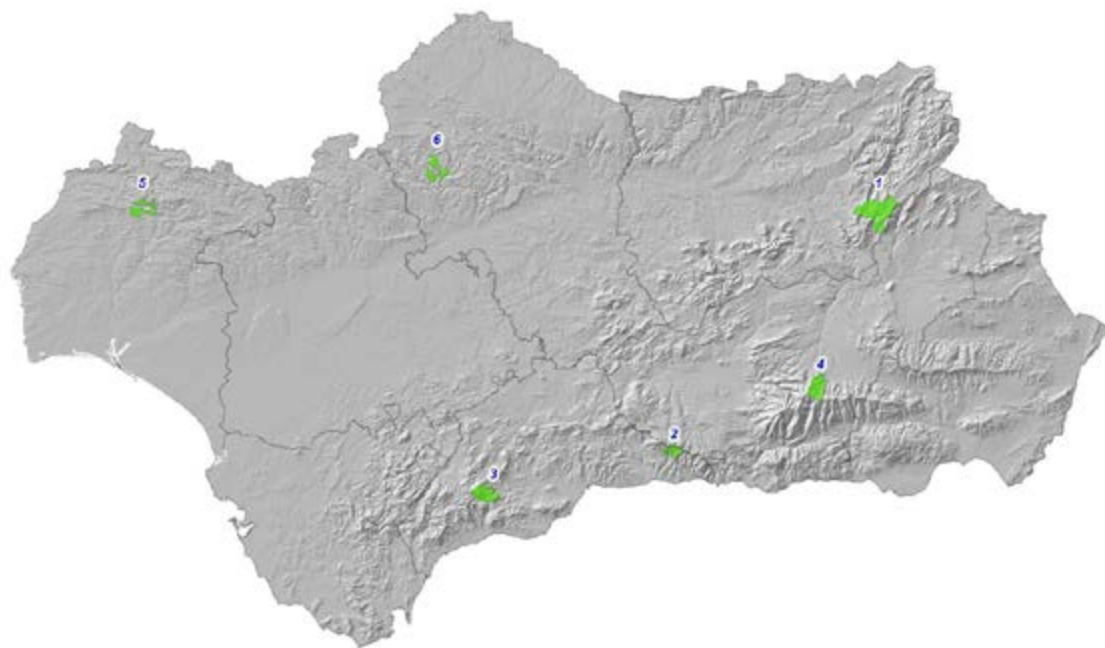
CD (cm)	edad	tº de paso	N antes	N muertos	N quemados	N extraídos	N fin	Vol unit (m ³ /pie)	C extraído (t C/pie)
0									
5	5	10	500			167	333	0	0
10	15	7	333	16	11	111	195	0,02	0,02
15	23	7	195	9	6	65	115	0,06	0,04
20	32	9	115	7	5	38	65	0,14	0,08
25	43	12	65	5	4	22	34	0,26	0,14
30	60	19	34	4	3	11	16	0,45	0,22
35	80	21	16	2	2	5	7	0,69	0,32
40	95	10	7			7		0,94	0,44
45	106	9	0						0,58
50	115	10	0						0,75
55	125	10	0						0,95
60	135	10	0						1,17
65	145	10	0						1,42
70	155	10	0						1,7
75	165	0	0						2,01

Tabla 9. Selvicultura irregular para *P. pinaster* en Andalucía (tomado del Anejo 6.1.C de Montero et al, 2015, p. 262)

Si bien en general no se llevan a cabo podas en los pinares de repoblación, en ocasiones resulta una práctica aconsejable e, incluso, obligada cuando se trata de masas que estén sujetas a un uso público moderado o intenso, o cuando se sitúen en áreas de especial importancia para la prevención de incendios.

8.2. Casos prácticos de la silvicultura actual de *Pinus pinaster* en Andalucía

Tras haber expuesto algunas consideraciones generales sobre la silvicultura mediterránea de *Pinus pinaster* en el conjunto de Andalucía, a continuación se presentan seis ejemplos ilustrativos de cómo se lleva a cabo la ordenación de montes y se establece la silvicultura práctica a llevar a cabo, a partir de la información aportada por los Proyectos de Ordenación de pinares de distintas áreas de pino negral (Mapa 13).



En el **Cuadro 3** se presenta una síntesis de las principales decisiones selvícolas adoptadas en cada uno de los Proyectos de Ordenación.

	Navahondona	Sierra y Pinar	Tolox	Jerez del Marquesado	Baldíos de Almonaster	Caballeras
Fuente	Sotomayor y Jiménez (2012)	Consejería de Medio Ambiente (2006)	Consejería de Medio Ambiente (2005)	Criado et al (2009)	Consejería de Medio Ambiente (2004)	Caballero y Pérez (2007)
Origen del pinar (principales hitos que han impulsado su presencia)	Origen natural y Ordenación a raíz del interés por su aprovechamiento por parte de RENFE (1893)	Origen natural y compra por Patrimonio Forestal del Estado (a partir de 1948)	Firma de consorcio (1959)	Actuaciones de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (1933), Distrito Forestal (1941) y Plan Jaén (1953)	Firma de consorcio (1943)	Compra de fincas (1958-1970) a raíz de declaración perímetro de repoblación embalse del Bembézar
Método de Ordenación	Ordenación por rodales (1 A, 1 B, 2 A, 2 B). Tramo móvil, simple o ampliado (3 A y 3 B)	Tramo móvil	Tramo móvil	Tramo móvil (1ª Ordenación) Modelo de gestión específico (Revisión)	Tramo único	Tramo móvil ampliado
Forma principal de masa	Irregular incompleta	Regular y coetánea (salvo regeneración post-incendio)	Regular o semirregular de primer grado	Regular que podrá evolucionar a semirregular	Regular por unidad de gestión (cantón) que presente a nivel global (cuartel) todas las clases de edad	Semirregular con primer grado de irregularidad

	Navahondona	Sierra y Pinar	Tolox	Jerez del Marquesado	Baldíos de Almonaster	Caballeras
Modelo de uso	Gestión particularizada según formación vegetal y modelo de restauración. Entre ellos: lograr equilibrio en clases de edad, favorecer introducción frondosas o masas mixtas, renovación de pinares-	A corto plazo: conservación de las repoblaciones, sin menoscabo de la producción maderera. Medio plazo: transformación paulatina a masas mixtas con especies de <i>Quercus</i>	Mantenimiento de las repoblaciones y transformación en masas mixtas	Transformación del pinar actual en una masa mixta de frondosas-pinar en un plazo de 60-80 años	Conservación del pinar en buen estado y transformación hacia masa mixta	Transformación de masa más diversificada específica y estructuralmente
Turno	120 años	100 años	120 años	120 años	80 años	60 años
Método de regeneración	Aclareo sucesivo uniforme	Aclareo sucesivo uniforme	Aclareo sucesivo uniforme	No procede	Aclareo sucesivo por bosquetes	Aclareo sucesivo por bosquetes
Tipo de cortas de mejora	Clara mixta	Claras sistemáticas o semisistemáticas	Clara por lo bajo	Claras de estabilización sistemáticas (peso del 50%). Claras sobre dominantes y codominantes bajo criterios de estado del rodal y escenario de 200 pies de porvenir/ha	Clareos en zonas con intensidad excesiva	Clara mixta moderada
Criterio para establecer la intensidad de corta	Criterio de Assman	Tabla de producción de De Benito (2000) y García Abejón y Gómez Loranca (2000)	Tabla de producción de De Benito (2000)	Para las zonas no intervenidas: selección de rodales según densidad, índice de Reineke, esbeltez, edad, etc. Para las zonas ya intervenidas: características locales del rodal		Criterio de Assman, o mayor intensidad

Cuadro 3 Síntesis de las principales decisiones selvícolas adaptadas en los Proyectos de Ordenación de Navahondona (Cazorla y La Iruela), Sierra y Pinar (Canillas de Aceituno, Sedella y Saleres en Málaga), Montes de Tolox (Málaga), Montes de Jerez del Marquesado (Granada), Baldíos de Almonaster (Huelva) y Caballeras (Espiel, Córdoba).

Zona forestal de *Pinus pinaster* I. Sierras de Cazorla y Segura, “Navahondona” (Cazorla, La Iruela).

Proyecto de Ordenación: Sotomayor Palma, E.; Jiménez Martín, M. E. 2012. Proyecto de 7ª Revisión y 8º Plan Especial de la Ordenación del monte “Navahondona, JA-10001-JA” en el T.M. de Cazorla, provincia de Jaén. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.

Situado en el término municipal de Cazorla, es el núcleo de la sierra de este nombre y del Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas. Fue incluido en el Catálogo de montes exceptuados de la desamortización por razones de utilidad pública. Cuenta con una dilatada historia, habiendo formado parte del Adelantamiento de Cazorla, regido por el Arzobispado de Toledo, hasta 1811, y, con posterioridad fue administrado por el Ministerio de la Marina. Tras la guerra civil, los aprovechamientos de madera de las sierras de Cazorla y Segura fueron concedidos a RENFE hasta 1988. Ha sido objeto de una atención forestal preferente, como lo demuestra el hecho de que su primer Proyecto de Ordenación fue aprobado en 1893 (Badillo et al, 2010).

Se localiza en el extremo oriental del Macizo Subbético. Lo definen tres sierras calizas con orientación Suroeste-Noreste, con cotas comprendidas entre 780 m y 2.108 m, discurriendo el primer tramo del río Guadalquivir por la parte central de la Sierra. Pertenece al Dominio Prebético, con materiales mesozoicos calizos y dolomíticos del Jurásico Inferior al Cretácico Inferior. La variedad en que se presentan estas rocas (calizas oolíticas calizas recristalizadas, calizas dolomitizadas, dolomías, calizas nodulosas, calcarenitas, alternancia con margas), aporta una gran diversidad al relieve y al paisaje (Badillo et al, 2010). Posee una biodiversidad florística y faunística de gran interés. Superficie total: 16.235 ha.

El pino negral es especie característica de las secciones 1ª (Falda de la sierra sobre Cazorla), 2ª (Solana del Guadalquivir) y 3ª (Umbria del Guadalquivir). La presencia de pino negral en el resto de cuarteles, situados en general a mayor altitud,

es nula o testimonial (Vertientes del Guadalentín, Vertientes del río Borosa, Vertientes de la Rambla de los Almiceranes, Barranco del Guadalentín y Cabrilla Alta).



Foto 41. Pinares del monte Navahondona. Poyo de la Mesa.

Los pinares proceden de repoblación en la sección 1ª, que estaba intensamente deforestada a finales del siglo XIX. En la sección 2ª y 3ª hay presencia constatada de pino negral con anterioridad al inicio del siglo XX, como se ha expuesto anteriormente, aunque la superficie de repoblación es también notable. Esta área pertenece a la región de procedencia 17.

Cuartel	ha	N	AB	Vcc	Ivcc	H	Fcc	Pm	Reg	% P. pinas	% P. nigra
1ª A	291,76	61	5,18	29,2	0,34	11,9	14	7,8	3,9	22,0%	59,4%
1ª B	173,38	94,4	6,97	39,35	0,41	11,7	18,27	30	40,4	43,5%	42,6%
2ª A	996,11	105,4	9,54	56,59	0,53	11,9	24,46	73,2	57	53,3%	17,4%
2ª B	511,13	43,6	4,64	25,8	0,22	11	11,5	21,8	13	22,8%	67,2%
3ª A	1.309,70	58,9	4,73	27,3	0,24	11,2	10,73	124,8	40,8	18,6%	54,4%
3ª B	1.063,76	37,5	2,76	17,04	0,15	12,1	6,15	64,5	34	12,3%	71,1%

Tabla 10. Características de cuarteles característicos de pino negral en el Monte Navahondona (Cazorla y La Iruela, Jaén), tomado de Sotomayor y Jiménez (2012). **ha:** Superficie del cuartel. **N** (densidad): Número de pies/ha. **AB:** Área basimétrica (m²/ha). **Vcc:** Volumen con corteza (m³/ha). **Ivcc:** Incremento corriente de volumen con corteza (m³/ha). **H:** Altura (m). **Fcc:** Fracción de cabida cubierta (%). **Pm:** Número de pies menores/ha. **Reg:** Pies de la categoría regenerado y diseminado/ha.

- 1ª A: Corresponde a la falda de la sierra sobre Cazorla; incluye un 13,7% de pies de *P. halepensis*. Procede de repoblaciones realizadas desde finales del siglo XIX (660,93 ha en total, de las cuales son arboladas 291,76 ha).
- 1ª B: Corresponde a la falda de la sierra sobre Cazorla; incluye un 3,9% de pies de *P. halepensis*. (486,26 ha en total, de las cuales son arboladas 173,38 ha).
- 2ª A: Corresponde a la Solana del Guadalquivir; incluye un 17,3% de pies de *Quercus ilex* (1.219,16 ha en total, de las cuales son arboladas 996,11 ha).
- 2ª B: Corresponde a la Solana del Guadalquivir; incluye un 4,6% de pies de *Quercus ilex* (631 ha en total, de las cuales son arboladas 511,13 ha).
- 3ª A: Corresponde a las Umbrías del Guadalquivir; incluye un 23% de pies de *Quercus ilex* (1.394,08 ha en total, de las cuales son arboladas 1.309,7 ha).
- 3ª B: Corresponde a las Umbrías del Guadalquivir; incluye un 12,1% de pies de *Quercus ilex* (1.243,42 ha en total, de las cuales son arboladas 1.063,76 ha).

Usos, objetivos y situación futura:

Pocos montes son tan representativos de la silvicultura multifuncional y de la prestación de un variado elenco de servicios de los ecosistemas como el monte Navahondona. Entre sus usos destaca el protector, entendido en su doble acepción

de protección del suelo frente a la erosión y de protección, mantenimiento y mejora de los ecosistemas y la conservación de patrimonio natural y cultural. Tienen también gran importancia el uso social, el ganadero, el cinegético, el científico y, de forma comparativamente relevante en el contexto de los pinares de Andalucía, los aprovechamientos que se extraen del monte (madera, piscícola, setas, apícola, aromáticas). El aprovechamiento de madera se encuentra ordenado desde 1893, extrayéndose fundamentalmente a partir de cortas ordinarias que se ajustan a la posibilidad del monte (cortas de mejora y de regeneración) bajo los objetivos, modelos y metodología clásica de la Ordenación de Montes: persistencia y estabilidad de la masa, rendimiento sostenido y maximizar el conjunto de utilidades que proporciona.

La gestión está orientada en primer lugar a la protección y regeneración de los valores botánicos, faunísticos y paisajísticos. Localizados en cabeceras de cuenca y en zonas abruptas, su papel de protección hidrológica aconseja el mantenimiento de fracciones de cabida cubierta elevada (carácter protector). Adicionalmente, se fijan como objetivos de manejo: producción de madera, restauración del ecosistema y mantenimiento del ecosistema.

Los estados finales son los fijados en el Plan Forestal de Andalucía 1989. Dependiendo del objetivo fijado serán: pinar estable (objetivo mantenimiento del ecosistema), mezcla de pinos y *Quercus* (restauración del ecosistema) o pinar de pino resinero ordenado a madera (producción de madera).

Se define un modelo selvícola particularizado para cada rodal, coherente con los objetivos generales del monte, y en base a la definición de tres modelos de gestión: masas de *P. pinaster* en las que haya una utilización racional de los recursos, masas de *P. pinaster* cuyo objetivo sea la protección de ecosistemas de interés ecológico y de la diversidad biológica y masas de *P. pinaster* resinado en donde se pretenda restaurar los ecosistemas. Para el primer caso, las actuaciones podrán contemplar: renovar el pinar para lograr superficies equilibradas en clases de edad en cada cuartel, favorecer la introducción y desarrollo de frondosas o, en el caso de masas mixtas de pino negral con frondosas, favorecer la mezcla de especies. En el segundo modelo se realizarán exclusivamente tratamientos selvícolas de mejora, sin actuar en zonas de pendiente superior al 45%. En el tercer caso, los tratamientos selvícolas se adelantarán a los procesos naturales de renovación.

El tipo fisonómico final para las tres secciones relevantes para el pino rodado (1ª, 2ª y 3ª) es el de masa arbolada densa, siendo la especie principal *Pinus pinaster* en la 2ª A el *Pinus pinaster* y *Pinus nigra* en la 1ª B, y *Pinus pinaster*, *P. nigra* y *P. halepensis* en la 1ª A, y siendo especie secundaria en la 2ª A, 2ª B, 3ª A y 3ª B.

Método de ordenación:

Por rodales, en los cuarteles en los que exista una clara diferenciación de masas o de criterios de gestión (1ª A, 1ª B, 2ª A y 2ª B). Ofrece gran flexibilidad a la hora de abordar la regeneración en los rodales y una gestión diferenciada en función de los objetivos y condicionantes de cada rodal y del monte. Se aplica en masas regulares y semirregulares de pies maduros de *Pinus pinaster* con objetivo productor-protector. Tratamientos selvícolas que se adelanten a los procesos naturales de renovación de la masa, intentando lograr superficies equilibradas en clases de edad en cada cuartel. Las actuaciones están encaminadas a conseguir una densidad y estructura óptima, así como el favorecer la introducción y desarrollo de frondosas.

Tramo móvil, simple o ampliado: en los cuarteles 3ª A y 3ª B. Cuando la masa presente estructura semirregular o irregular incompleta, o cuando la regeneración natural sea desigual en cuantía y plazo.

Forma principal de masa: Masas naturales o bastante naturalizadas bajo formas de masa irregular incompleta (árboles en casi todas las clases de edad).

Edad de madurez (turno): 120 años.

Periodo para conseguir la regeneración: 20 años.

Tratamiento para la regeneración:

Aclareo sucesivo uniforme. Método flexible en su aplicación que permite su adaptación a los requerimientos de la masa a nivel de rodal.

Cortas preparatorias: Cortar principalmente dominados e intermedios y con defectos del estrato de los dominantes o codominantes, no alterando el rodal para no provocar un exceso de insolación que favorezca el inicio de la regeneración. Extracción de entre 10-30% de la madera.

Cortas diseminatorias: Para abrir el dosel y crear espacio libre. Se extraen los árboles de menor calidad y todos o parte de los codominantes, preferiblemente en una única operación. Los señalamientos serán prudentes, más en solana que en umbría, y más en las zonas altas que en las intermedias y, en éstas, más que en las bajas y llamas. Se deja la masa final con un tercio o menos de los pies originales.

Cortas aclaratorias: Para descubrir el regenerado y dejarlo bajo condiciones de insolación total en una o varias actuaciones. Estas cortas proporcionan los mejores volúmenes maderables. Se debe mantener un cierto número de árboles gruesos vivos en pie (entre 5 y 10 pies/ha) permitiendo su envejecimiento y decrepitud natural (valor paisajístico y conservación del legado biológico fundamental para la maduración del rodal joven). Se debe dejar una franja de árboles en pie (altura de referencia: altura dominante del rodal adyacente) entre la zona regenerada y los rodales maduros adyacentes con el objetivo de reducir el efecto borde (aumento de la insolación directa, velocidad del viento y temperaturas mayores).

Tratamientos de mejora:

Se aconseja no realizar tratamientos selvícolas en pinares situados en pendientes superiores al 50%.

Clareos: En fases de repoblado o monte bravo para reducir competencia.

Claros: Claros mixtas. Especialmente indicada para masas de edad media (20-30 cm de diámetro de los dominantes, de fustal bajo a latizal alto). Se extraen los pies defectuosos del estrato superior (predominantes y dominantes) y los pies ahogados o dominados que puedan ser aprovechados en condiciones económicas razonables. Se debe perseguir equilibrar los objetivos contrapuestos de reducir la competencia con los mínimos costes posibles y mantener la capacidad de defensa del suelo por otra. Se tendrá en cuenta el criterio de Assman: para obtener una espesura normal en una masa, el peso máximo de las cortas no debe superar el 20% del área basimétrica la masa.

Cortas fitosanitarias de árboles secos, enfermos o moribundos que puedan propagar plagas y enfermedades. Se mantendrán de 1 a 5 árboles muertos por hectárea para contribuir al aumento de la biodiversidad (siempre que no haya riesgo para la sanidad de la masa ni riesgo de incendio).

Zona forestal de *Pinus pinaster* II A. Sierras dolomíticas de Málaga. "Sierra y Pinar" (Canilla de Albaida, Salares y Sedella).

Proyecto de Ordenación: Consejería de Medio Ambiente. 2006. Proyecto de Ordenación del Monte "Sierra y Pinar" (MA-10030-JA). Sevilla.

Monte de 2.874,96 ha situado al este de la provincia de Málaga, en los términos municipales de Canillas de Albaida (2.251,7 ha), Salares (488,81 ha) y Sedella (128,42 ha). Forma parte de la vertiente meridional de las Sierras Tejeda y Almijara. Se formó por la compra y agrupación de numerosas fincas por parte del Patrimonio Forestal del Estado a partir del año 1948. Pertenece al Parque Natural de las Sierras Tejeda, Almijara y Alhama.

Es uno de los montes a los que hacen referencia Luis Ceballos y Carlos Vicioso (1933) en su exposición sobre los pinos negrales sobre sustrato calizo-dolomítico. El estado de degradación motivó que para reducir los fenómenos erosivos se planteara su repoblación a partir de 1971 con *P. pinaster*, *P. nigra* y *P. sylvestris*. Le afectó severamente el gran incendio de la Almijara de 1975, reanudándose los trabajos de repoblación en 1980, obteniéndose resultados desiguales; en la actualidad, se alternan las zonas de pinar muy denso con zonas más claras y rasos.

El pino resinero se sitúa desde 600 m hasta la divisoria de la sierra, a 1.600 m ocupando principalmente los cuarteles 1 A, 1 B, 2 A y 3 B.

Cuartel	ha	N	AB	Vcc	Ivcc	H	Fcc	Pm	Reg	% <i>P. pinas</i>
1ª.A	549,54	235,28	10,48	42,67	3,29	7,51	29,72	21,58	42,85	43,00 %
1ª.B	760,14	59,86	2,23	8,11	0,58	5,58	8,69	37,33	293-494	47,00 %
2ª.A	250,07	173,93	7,15	28,05	2,28	7,38	20,95	9,95	106-191	37,00 %
3ª.A	71,6	37,67	1,76	7,63	0,54	7,62	19,21	1,4	127,255	10,00 %

Tabla 11. Características de cuarteles de pino negral en el Monte Sierra y Pinar (Canillas de Albaida, Sedella y Salares, Málaga), tomado de Consejería de Medio Ambiente (2006). **ha:** Superficie del cuartel. **N** (densidad): Número de pies/ha. **AB:** Área basimétrica (m²/ha). **Vcc:** Volumen con corteza (m³/ha). **Ivcc:** Incremento corriente de volumen con corteza (m³/ha). **H:** Altura (m). **Fcc:** Fracción de cabida cubierta (%). **Pm:** Número de pies menores/ha. **Reg:** Pies de la categoría regenerado y diseminado/ha.

- 1ª A: Repoblaciones mixtas de pino resinero, laricio y silvestre de los años 1970-1980, con alcornoque y encina dispersos en Canillas de Albaida (1.127 ha en total, de las cuales se han inventariado 549,5 ha).
- 1ª B: Regeneración natural post-incendio (1975) de pino resinero y carrasco con pequeñas repoblaciones de resinero en Canillas de Albaida (1.124,8 ha en total, de las cuales se han inventariado 760,14 ha).
- 2ª A: Repoblaciones mixtas de pino laricio, resinero y silvestre de los años 1970-1980 con encina en los claros en Salares (381,6 ha en total, con 250,07 ha inventariadas).
- 3ª A: Repoblaciones mixtas de pino laricio, resinero y silvestre de los años 1970-1980 con encina en los claros en Sedella (128,4 ha en total, con 71,6 ha inventariadas).

Usos, objetivos y situación futura:

Usos: protección física del medio natural y humano (Suelos, cauces y laderas, regulación del régimen hídrico, fijación de CO₂, protección de infraestructuras y asentamientos).

Objetivo: Mantenimiento del ecosistema mediante la conservación.

Modelo de gestión de vegetación:

Para las repoblaciones mixtas de pino resinero, laricio y silvestre (cuarteles A de las secciones 1ª, 2ª y 3ª): mantener las repoblaciones en un estado vegetativo óptimo, realizando los tratamientos selvícolas necesarios en aquellas muy densas y aumentar la diversidad florística y fisionómica para así asegurar la estabilidad de las masas. El tipo fisionómico será el de masa arbolada densa. En las zonas claras se potenciará la regeneración natural de encina y alcornoque.

Para la mezcla de pino resinero-pino carrasco (cuartel B, sección 1ª), que corresponde con la zona afectada por el gran incendio de 1975, el objetivo es favorecer la regeneración natural de ambas especies, mantener en buen estado las repoblaciones realizadas y aumentar la fracción de cabida cubierta en las zonas claras para reducir los niveles erosivos.

Método de ordenación: Tramo móvil por su mayor flexibilidad a la hora de obtener la regeneración (indicado para estructura semirregular o irregular y en donde la regeneración natural sea desigual en cuantías y plazo).

Forma principal de masa: Regular y coetánea, salvo las zonas procedentes de regeneración post-incendio.

Edad de madurez (turno): 100 años.

Periodo para conseguir la regeneración: 20 años.

Tratamiento para la regeneración: Tratamiento por aclareo sucesivo uniforme por su mayor facilidad de gestión. Cortas en dos fases, al no ser necesarias las preparatorias. Primera etapa (corta diseminatoria): 1/3 de los pies, más corta final.

Tratamientos de mejora:

Clareos de hasta el 40% en número de pies y 30% en área basimétrica para eliminar los pies peor formados, torcidos y dominados. Inicio a los 20 años. Las masas de repoblación se encuentran en la edad de realización de la primera clara o clareo, o ya la han sobrepasado.

Claros: sistemáticas o semisistemáticas en las repoblaciones aterrazadas, eliminando todos los pies de una terraza y reduciendo la densidad en la continua en donde sea necesario, procurando dejar una distribución al tresbolillo para reducir la erosión; en los rodales de regeneración natural: claros por lo bajo eliminando los dominados y mal conformados. Para las claras se utiliza como criterio la tabla de producción desarrollada por De Benito (2000) para la provincia de Málaga para masas de calidad media-baja; para el resto de calidades, las elaboradas por García Abejón y Gómez Loranca (1989) para el Sistema Central.

Zona forestal de *Pinus pinaster* III. Sierras Blancas y Bermejas de Málaga. "Montes de Tolox"

Proyecto de Ordenación: Consejería de Medio Ambiente. 2005. Plan Técnico de Ordenación de "Montes de Tolox, MA-50018-CCAY" en la provincia de Málaga, Sevilla.

"Sierra Parda" de Tolox pertenece a los Montes del Ayuntamiento de Tolox (Málaga). Ocupa una superficie de 6.636,86 ha. Pertenece al Parque Natural de la Sierra de las Nieves. En 1959 se firmó un consorcio con el Patrimonio Forestal del Estado que afectó a 5.061 ha. Se extiende desde 300 m hasta 1.919 m (pico Torrecilla, la mayor cumbre de la provincia de Málaga), con una altitud media de 960 m.

Se distinguen dos unidades geológicas claramente diferenciadas: "Sierra Blanca", al oeste, con margas y calizas, y "Sierra Parda", al este, con peridotitas y serpentinas.

En su vegetación destaca el pinsapo, encontrándose algunas de las localidades clásicas de esta especie. Ceballos y Vicioso (1933) consideraron que no quedaban pinares naturales de pino resinero en la Sierra Parda, como consecuencia de la deforestación. Sin embargo, la fisonomía y conformación que tenía un pinar existente en el barranco de Los Quejigos, bajo el Torrecilla, antes de ser afectado por el fuego lleva a considerar que en este sector se mantuvo un rodal de origen natural hasta las décadas finales del siglo XX (en la actualidad hay pinos adultos dispersos en un paisaje desarbolado).

Las repoblaciones se localizan sobre todo en la zona meridional (Sierra Parda y Montes de Parauta) hasta los 1.700 m de altitud. Son relevados por los pinos carrascos a menor altitud (no ascienden por encima de 1.200 m) y en áreas con menor pluviometría (Consejería de Medio Ambiente, 2005).

Se presentan los datos del cuartel C (1.412,69 ha), caracterizado por la presencia de pinar de pino negral.

Cuartel	ha	N	AB	Vcc	lvcc	H	Fcc	Pm	Reg	% P.pinas
C	1.412,69	217,86	6,88	25,52	1,59	6,55	25,13	14,06	230-418	90,40 %

Tabla 12. Características de cuarteles de pino negral en el Monte Montes de Tolox (Tolox, Málaga), tomado de Consejería de Medio Ambiente (2006). **ha:** Superficie del cuartel. **N** (densidad): Número de pies/ha. **AB:** Área basimétrica (m²/ha). **Vcc:** Volumen con corteza (m³/ha). **lvcc:** Incremento corriente de volumen con corteza (m³/ha). **H:** Altura (m). **Fcc:** Fracción de cabida cubierta (%). **Pm:** Número de pies menores/ha. **Reg:** Pies de la categoría regenerado y diseminado/ha.



Foto 42. Pinsapar en las cañadas del Monte de Tolox. E segundo plano, pinar.

Usos, objetivos y situación futura: Pinar de pino negral con encina, coscoja y enebro.

Usos: mantenimiento de ecosistemas (pinsapares, quejigales, sabinares), protección biológica (mantenimiento e incremento de la biodiversidad y protección de hábitat de especies en peligro), protección física del medio natural y humano, producción de bienes en especie (pastos, caza, madera, apícolas), servicios recreativos o de esparcimiento, y uso científico.

Objetivos: Conservación y regeneración de las masas puras y mixtas de pinsapo y quejigo, aumentando la superficie ocupada, y conservación y regeneración de las masas de pinar, favoreciendo la presencia de frondosas para conseguir masas mixtas a medio plazo.

Modelo de gestión de la vegetación: Aumentar la diversidad y fomento de masas mixtas, lo que se conseguirá a medio y largo plazo. Especies futuras en el cuartel C: *Pinus pinaster* como especie principal con *Juniperus oxycedrus*, *J. communis* y *Q. ilex*; incorporación como especies secundarias futuras de *J. sabina* y *Ceratonia siliqua*. La regeneración de frondosas aparecerá paulatinamente bajo la cobertura del pinar, pudiéndose realizar en algunas zonas de mejor calidad repoblaciones para aumento de la biodiversidad.

Método de ordenación: Tramo móvil, para crear estructuras semirregulares, favoreciendo la creación de masas mixtas, pudiendo ampliar la duración de la regeneración (se primará la de tipo natural). Impacto paisajístico reducido, adaptándose mejor a la ocurrencia de incendios, minimizando sacrificios de cortabilidad y aumentando la superficie a regenerar si fuera necesario.

Forma principal de masa: Regular o semirregular de primer grado.

Edad de madurez (turno): 120 años.

Periodo para conseguir la regeneración: 20 años.

Tratamiento para la regeneración: Aclareo sucesivo uniforme (por mayor facilidad de ejecución en campo). Se realizarán cortas diseminatorias y aclaratorias. En la corta de regeneración se respetarán algunos pies viejos (entre 5 a 10 pies/ha) por valor paisajístico y alimentación y refugio de fauna. Se favorecerá la regeneración de frondosas. Si no se consigue la regeneración natural en el periodo considerado, se deben realizar ayudas a la regeneración natural mediante siembras y plantaciones.

Tratamiento de mejora:

Claros: Las claras varían en intensidad, siendo más moderada si el subpiso de frondosas está poco evolucionado (intervenciones fuertes pueden favorecer la aparición de especies de bajo nivel evolutivo). El objetivo será garantizar buenas condiciones vegetativas anticipándose al proceso de decaimiento natural. Serán claras por lo bajo sobre los pies dominados y mal conformados. Primera intervención a los 20 años, una vez terminado el periodo de regeneración, con rotación posterior cada 20 años. Se toman como referencia las tablas de producción de Nicolás de Benito (2000) para pino negral en rodales regulares de calidad baja media con turno de ochenta años.

Poda de los pies restantes tras claros.

Desbroces selectivos en las áreas cortafuegos y en los rodales en los que sea imprescindible para otras actuaciones. Bajo el modelo objetivo del pinar (espesura completa), se espera que el matorral esté poco desarrollado. Mantenimiento de

aprovechamiento ganadero racional y sostenible de ovino y caprino, que apoya las actuaciones de reducción del riesgo de incendios.

Zona forestal de *Pinus pinaster* XI. Sierra Nevada Septentrional, “Monte de Jérez del Marquesado”

Proyecto de Ordenación: Curros Criado, M.; Alloza Morga, E.; Fariña Mara, J. M.; Navarro Gómez-Menor, J.; Carrasco Gotarredona, M. D. 2009. Primera Revisión del Proyecto de Ordenación de Montes propiedad del Ayuntamiento de Jérez del Marquesado. Granada. Consejería de Medio Ambiente.

De la Hoz Rodríguez, F. 1996. Proyecto de Ordenación de los Sistemas forestales de nueve montes de la zona del Marquesado en el Parque Natural Sierra Nevada (Granada), Consejería de Medio Ambiente, Granada

Monte que ocupa la ladera septentrional de Sierra Nevada en el término municipal de Jérez del Marquesado, entre 1.200 y 3.088 m (Picón de Jérez) sobre materiales de origen granítico y metamórfico, con presencia principal de micaesquistos y materiales cuaternarios en las partes bajas. La cabida del monte es de 6.820 ha. Pertenece al Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada.

Esta comarca había sufrido a principios del siglo XX una gran deforestación (Navarro Gómez-Menor y Medina Achirica, 2009). En 1931, Eladio Caro, Jefe del Distrito Forestal de Granada, redactó un estudio sobre las necesidades de repoblación en la provincia de Granada, en el que se podía leer en relación con los Montes del Marquesado (nombre que recibe esta comarca): *“El monte de Jérez, con sus 5.000 ha, tiene solamente poblada de encinas una tercera parte; el de Aldeire, también extenso, está bien poblado de arbolado joven de la misma especie. El de Cogollos de Guadix, amenazado de ser completamente destruido por la codicia de sus moradores, lo mismo que el de Dólar”*. Los trabajos de repoblación comenzaron en 1933 con los trabajos dirigidos por Lorenzo Casado, del Servicio de Actuaciones Forestales de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, en Exfiliana, Cenes de la Vega, Alcudia, Albuñán, Gor, Guadix, Benalúa, Cogollos y Jerez del Marquesado. Poco después, el Distrito Forestal tomó el relevo y elaboró un proyecto de repoblaciones que hasta el año 1941 no comenzó a dar su fruto, con actuaciones en la Loma del Alcázar. El gran impulso repoblador fue activado en 1953 con la aprobación del Plan Jaén (Plan de Obras, Colonización, Industrialización y Electrificación de la Provincia de Jaén) puesto que incluyó con carácter obligatorio las repoblaciones de la vertiente norte de Sierra Nevada para proteger los nuevos regadíos. Nuevos consorcios con ayuntamientos se añadieron a los existentes, con lo que en los pueblos del Marquesado del Cenete (Aldeire Dólar, Ferreira, Jérez del Marquesado, Lanteira, La Calahorra, Cogollos de Guadix) se pusieron a disposición más de 20.000 ha para iniciar los trabajos que llevarían las repoblaciones hasta los 2.200 metros de altitud, principalmente en el decenio 1955-1965 (Navarro Gómez-Menor y Medina Achirica, 2009).



Foto 43. Repoblaciones en Aldeire (Marquesado del Cenete, Granada).

Las repoblaciones se realizaron a partir de consorcios firmados entre los Ayuntamientos y la Administración. Se empleó planta de una savia a raíz desnuda en hoyos de 40 x 40 cm (densidades de 2.000 plantas/ha). En las zonas bajas se repobló con pinos carrascos (zonas calizas) y pino negral, y en las altas (entre 1.500 y 1.800 m) fue utilizado el laricio (solanas) y silvestre (umbrías). Posteriormente se realizaba una bina a principios del verano siguiente a la plantación y luego una escarda. Se realizaron clearos en parte de la superficie del pinar, de modo que en 1984 se tenían en los montes de Aldeire

517 pies/ha, en La Calahorra 380 pies/ha, en Cogollos de Guadix, 407 pies/ha en Dólar 368 pies/ha, en Ferreira, 499 pies/ha, en Huéneja, 620 pies/ha, en Jérez del Marquesado, 546 pies/ha y en Lanteira, 454 pies/ha, con crecimientos entre 1,12 m³/ha (La Calahorra) y 3,02 m³/ha (Huéneja) y un volumen en pie de entre 35 y 63 m³/ha y densidades de entre 368 y 620 pies/ha (Cano et al, 1998).

Cuartel	ha	N	AB	Vcc	Ivcc	Pm	Reg	N P. hale	N P. nigra	N P. sylv
A	652,88	417,4	11,4	30,54	0,99	22	0,2	149,3	104,1	3,8
C	269,39	427,4	18,2	50,08	1,44	1,4	0,3	1,3	75,8	3,3
D	519,04	416,9	11,1	29,9	0,96	24,5	2,1	67,2	41,2	
E	486,50	215,4	8	21,57	0,66	23,1	1,4		198,3	446,6
F	658,59	257,7	11,3	31,12	0,89	5,2	0,7		257,7	411,9
G	657,69	109,2	6	16,6	0,45	2,3	0	3,3	323	297,2
H	440,48	142,8	6	16,48	0,47	13	0		231,3	517,2

Tabla 13. Características de cuarteles de pino negral en el Monte de Jérez del Marquesado (Granada), tomado de Curros et al (2009). **ha:** Superficie del cuartel. **N** (densidad): Número de pies/ha. **AB:** Área basimétrica (m²/ha). **Vcc:** Volumen con corteza (m³/ha). **Ivcc:** Incremento corriente de volumen con corteza (m³/ha). **H:** Altura (m). **Fcc:** Fracción de cabida cubierta (%). **Pm:** Número de pies menores/ha. **Reg:** Pies de la categoría regenerado y diseminado/ha.

Usos, objetivos y situación futura:

Objetivo:

Incrementar la capacidad de las masas de pinar de albergar más especies, mejorando la diversidad específica.

Modelo de gestión de la vegetación:

El Proyecto de Ordenación inicial (De la Hoz, 1998; Cano et al, 1998) proponía como objetivos la producción de madera, la restauración y el mantenimiento del ecosistema, haciendo hincapié en la naturalización y diversificación de las masas forestales para favorecer la progresiva evolución hacia etapa más maduras y estables. Como estados finales se definieron masas de *P. pinaster* ordenado a madera, mezclas de pinos y *Quercus*, o bosques de *P. pinaster* estables.

En la Revisión, el objetivo fijado es el cambio de composición específica del pinar a largo plazo. El tipo fisonómico elegido es la masa arboleda densa, aunque con discontinuidades en forma de rasos preexistentes o creados (en particular por la selvicultura preventiva contra incendios). El estado objetivo en un horizonte de 10 años es pasar de un latizal de pinar puro coetáneo y homogéneo a un estado intermedio de la evolución consistente en un fustal medio-alto de pino con presencia de un sotobosque diversificado en el que otras especies arbóreas, principalmente la encina, estarán presentes. En algunas áreas con mayor abundancia de encina, ésta será liberada de su competencia con el pino, obteniéndose en el periodo de 10 años una masa mixta de pinar-encinar. El periodo para conseguir la transformación del pinar actual en una masa mixta de frondosas-pinar será de 60-80 años. El grado de mezcla y la velocidad del proceso de diversificación específica y estructural dependerán de la situación de partida y de la calidad de estación.



Foto 44. Regeneración de encina bajo pinar de pino resinero en el Monte de Jérez del Marquesado

Método de ordenación: En el Primer Proyecto de Ordenación, el método elegido fue el de tramo móvil (De la Hoz, 1996; Cano et al, 1998).

En la Revisión se realizó una valoración en profundidad del significado de la transformación en formación mixta del pinar de repoblación y la incertidumbre que rodea la toma de decisiones.

La Revisión parte del reconocimiento de las funciones que realiza el pinar, que deben mantenerse y, en la medida de lo posible, potenciarse: *"realiza funciones de protección física y aunque en la actualidad su capacidad de albergar diversidad biológica es baja fundamentalmente por su juventud que aún dificulta la diversificación del sotobosque, el dosel, convenientemente diversificado por la acción natural o de las claras, proporcionará gradientes lumínicos por una parte, y protección lateral por otra, para promover procesos de regeneración y de diversificación florística"*.

Como advierten los autores, *"la dificultad principal para la aplicación de una selvicultura que acelere la consecución de fases maduras en el rodal es la ausencia de contraste empírico. Por ello, el régimen selvícola que promocióne esta función debe basarse en la aplicación de los conocimientos básicos de la dinámica forestal"*. Concluyen que la propuesta para la ordenación de estas repoblaciones ha de ser un programa de tratamientos selvícolas temporalizado y priorizado para ayudar a los procesos naturales de evolución del rodal hacia sus fases de mayor diversidad.

La Ordenación plantea, por consiguiente, una estrategia para asegurar la transformación de pinar en masa mixta, *"pero dada la incertidumbre sobre el proceso y la presumible larga duración del mismo, es imposible fijar el ritmo y la forma en que se cubrirán las distintas etapas"*. En base a ello, se concluye que la composición y la estructura normales de la futura masa mixta es un estado imposible de precisar en el momento de redactar la Revisión, de lo que se deduce (en aplicación del artículo 191.2 de las Instrucciones Generales de Ordenación de Montes de la Comunidad de Andalucía) que no procede la elección de método de ordenación, aplicando, por ello, un modelo de gestión específico.

Forma principal de masa: En la Revisión se propone que la masa inicial regular evolucionará con la transformación a regular o semirregular, según la duración del periodo de regeneración. La competencia actual entre los pies de aquellas áreas con densidad e índices de espesura elevados se une a la falta de tratamientos selvícolas y a la incidencia de los últimos periodos de sequía, factores de debilitamiento que favorecen la aparición de otros daños que culminan en el decaimiento.

Edad de madurez (turno): Como se pretende en la Revisión implantar una formación vegetal mixta, hay incertidumbre sobre el turno: se propone 120 años. Para el pinar, se propone la realización de dos a tres claras durante su vida, con una rotación de al menos 15 años.

Periodo para conseguir la regeneración: En coherencia con lo anterior, la Revisión manifiesta que no es posible determinarlo, debido a las dudas sobre la dinámica de la vegetación.

Tratamiento para conseguir la regeneración: En la Revisión se consideró que, dado que la composición y estructura normales de la futura masa mixta no se puede precisar, no procede la elección de método de ordenación. En el Plan General se pretende transformar el latizal inicial a un fustal medio-alto enriquecido en su sotobosque o mezclado en algunas zonas con otras especies. La forma en que se produzca la regeneración deberá decidirse en sucesivas revisiones, cuando haya disminuido la incertidumbre sobre la dinámica de los rodales y sobre la forma de masa adecuada en el futuro. Por consiguiente, no procede iniciar labores de regeneración, constatándose que, en el estado actual, la regeneración natural es muy difícil de conseguir dado el escaso desarrollo de copas.

En el Proyecto de Ordenación inicial (Cano et al, 1998) se propuso el aclareo sucesivo y uniforme y la aplicación de cortas diseminatorias que afectasen al 50-60% del vuelo y cortas finales que reservasen permanentemente un 15% de la masa residual en pie, incluyendo algún bosque cerrado.

Tratamiento de mejora: (Revisión)

Programa de tratamientos selvícolas temporalizado y priorizado para ayudar a los procesos naturales de evolución del rodal hacia sus fases de mayor diversidad. El dosel de pinar, diversificado por la acción de las claras, proporcionará nichos para promover procesos de regeneración y diversificación. El objetivo de la clara será liberar de competencia intraespecífica en el estado actual de latizal, acelerando el proceso natural de autoaclareo, permitiendo la transformación con antelación. Se desechan las claras por lo bajo al no ofrecer ventajas en cuanto a la competencia.

Primeras claras en masas no intervenidas con espesuras muy elevadas que han dado lugar a situaciones próximas al estancamiento (la mayor parte de los pinares del Marquesado): Claras de estabilización sistemáticas (carácter mixto de claro y clara) que no pongan en peligro la estabilidad del arbolado frente a una liberación brusca. Peso alrededor del 50% para facilitar la extracción de árboles, que presentan una disposición trabada. Criterios adicionales: incorporar ramos permanentes con objetivos de biodiversidad y respetar en los bordes del rodal con zonas no arboladas la densidad casi original en una fila de árboles de anchura igual a la altura media del arbolado para proteger del viento a la masa residual. Prioridad de intervención en las áreas muy densas de peor calidad de estación (situadas a menor altitud). Las áreas en donde se realizarán los tratamientos se preseleccionarán a partir del índice de densidad de Reineke (combinación de la densidad y el diámetro medio cuadrático), la razón de copas, el índice de Hart, la esbeltez, la altura dominante y edad de la plantación (una masa con más de 30-40 años sin intervención está sometida a procesos de competencia

fuertes, que compromete la vitalidad de los árboles, su estabilidad mecánica y la reacción a la clara en cuanto a mejora de la calidad).

Claras en áreas ya intervenidas previamente por clareos o primeras claras: Se aplicarán claras sobre dominantes y codominantes con selección de árboles de porvenir para permitir el crecimiento de los mejores pies, aumentando su potencial biológico y reproductor, así como su valor maderero y se acelerará la diversificación estructural del rodal (creando gradientes de luminosidad). Se tendrán en cuenta como criterios: ausencia de riesgo de inestabilidad mecánica ante la importante apertura del dosel que supone esta clara, seleccionar los diámetros normales superiores a la media, dar preferencia a rodales con diferenciación sociológica de sus pies y con buena calidad de estación. Se seleccionarán árboles de porvenir y se cortarán los árboles competidores en función de la vitalidad, calidad del fuste, distribución espacial uniforme y, a poder ser, se promoverán especies distintas al pino. El criterio de actuación se aplicará a escala de local, con un número orientativo de árboles de porvenir de 200 árboles /ha.

Zona forestal de *Pinus pinaster* XV A. Sierra Morena de Huelva. “Baldíos de Almonaster”

Proyecto de Ordenación: Consejería de Medio Ambiente. 2004. Plan Técnico de Ordenación del Monte “Baldíos de Almonaster”, HU-30001-CCAY”, en la provincia de Huelva, Sevilla.

Monte de 5.077 ha localizado en los términos de Almonaster la Real y Cortegana (Huelva) en la vertiente suroccidental de la Sierra de Aracena, con altitudes comprendidas entre 250 y 737 m (altitud media de 459 m), con orografía accidentada y caracterizando su roquedo las pizarras, esquistos y cuarcitas.

Su vegetación está formada principalmente por repoblaciones de *Pinus pinea* y *P. pinaster* y de eucalipto. Históricamente fue un monte de propios que fue consorciado con el Patrimonio Forestal del Estado desde el 10 de noviembre de 1943 para su repoblación. Las repoblaciones se llevaron a cabo sobre todo a finales de la década de los años 1940; en el año 1969 ya estaban repobladas 4.938 ha, de ellas 4.409 ha con las dos especies de pinos y 509 ha con eucalipto.

De los 6 cuarteles en que se ha dividido el monte, se exponen los datos del cuartel C, en donde el pino negral es el árbol predominante (83,3% de los pies). En los otros cuarteles predomina el pino piñonero o el eucalipto.

Cuartel	ha	N	AB	Vcc	Ivcc	H	Fcc	Pm	Reg	% P.pinas
C	320,59	204,99	5,42	25,84	1,61	8,48	20,4	216,19	508-889	86,33 %

Tabla 14. Características de cuarteles de pino negral en el Monte Baldíos de Almonaster (Almonaster la Real, Huelva), tomado de Consejería de Medio Ambiente (2004). **ha:** Superficie del cuartel. **N** (densidad): Número de pies/ha. **AB:** Área basimétrica (m²/ha). **Vcc:** Volumen con corteza (m³/ha). **Ivcc:** Incremento corriente de volumen con corteza (m³/ha). **H:** Altura (m). **Fcc:** Fracción de cabida cubierta (%). **Pm:** Número de pies menores/ha. **Reg:** Pies de la categoría regenerado y diseminado/ha.

Usos, objetivos y situación futura:

Usos: El principal es el protector (protección hidrológica del río Odiel y protección frente a la erosión). Además, se tendrá en cuenta: la protección de hábitat y de enclaves de interés, la lucha contra la propagación del fuego, el fomento de la biodiversidad, la producción de madera, producción de piña, uso cinegético usos ganadero, otras producciones (apicultura, setas) y uso social.



Foto 45. Panorámica de pinar de negral y piñonero en el monte “Baldíos de Almonaster”

Objetivos de la ordenación: Para el pinar el objetivo principal es la protección de la biocenosis y frente la erosión. Se incluye específicamente la mejora de su estado porque actualmente se encuentra en mala situación debido a la excesiva densidad. Otros objetivos relacionados: mantenimiento de la estructura del monte para asegurar su persistencia y estabilidad; protección de la colonia de buitre negro; restauración de las zonas incendiadas; fomento de la biodiversidad mediante la implantación de especies del género *Quercus* en masas aclaradas de pino, entre otros.

Modelo de gestión: La especie principal final será el pino negral, enriquecido con otras especies. Transformación de la forma de masa coetánea en masa regular produciendo ciertos sacrificios de cortabilidad adelantando el turno en las zonas en donde la masa tenga una peor calidad y una menor producción o retrasándolo en las zonas de mejor calidad y estado fitosanitario. En el pinar en buen estado, la gestión tenderá a su conservación para la producción de madera; en el pinar en mal estado: transformación de masas o reforestación.

Método de ordenación: Tramo único.

Forma principal de masa: Masa regular por unidad de gestión (cantón) que presente a nivel global (cuartel) todas las clases de edad para garantizar la persistencia de la masa.

Edad de madurez (turno): 80 años.

Periodo para conseguir la regeneración: 20 años.

Tratamiento para conseguir la regeneración: Aclareo sucesivo por bosquetes de 0,5 a 2 ha para obtener una estructura de masa regular, aconsejándose mantener una reserva de pies (los mejores productores) que se cortarán pasado el periodo de regeneración de la masa (cifrados 20 a 30% de los que llegan a la edad de madurez).

Corta de regeneración en dos fases (la densidad de partida es baja y existe una buena regeneración bajo el dosel):

- 1.- Corta preparatoria-diseminatoria: se propone cortar entre el $\frac{1}{3}$ y el $\frac{1}{2}$ de los pies.
- 2.- Corta aclaratoria o final: Eliminar el resto de los pies. Se valorará su realización en función de si la eliminación de los árboles padre suponga daños al regenerado; en caso alternativo, se deben dejar en pie, obteniendo una masa semi-regular.

Realizar desbroces periódicos para eliminar competencia

Tratamiento de mejora:

Clareos: En los cantones con densidad excesiva procedentes de restauración post-incendio. Se abrirán calles de 3 m de anchura separadas entre sí 25 o 30 m, dejando marco de 3 x 3 metros. Extracción que no supere el $\frac{1}{3}$ del área basimétrica inicial.

Desbroces sobre el matorral invasor y como medida de prevención de incendios.

En pendientes menores al 20% o donde haya especies a conservar: de forma mecanizada y por fajas; en caso contrario, el desbroce será manual.

Zona forestal de *Pinus pinaster* XV C. Sierra Morena de Córdoba. "Caballeras" (Espiel)

Proyecto de Ordenación: Caballero Gómez, M.; Pérez Sánchez, L. F. 2007. Primera Revisión del Proyecto de Ordenación del Monte "Caballeras" (CO-11008-JA), situado en el T. M. de Espiel. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

Monte procedente de adquisiciones por parte de Patrimonio Forestal del Estado entre 1958 y 1970 como consecuencia de su inclusión dentro del perímetro de repoblación obligatoria del embalse sobre el río Bembézar. Las repoblaciones se realizaron a partir de los años 60 de forma continuada, hasta finales de los 70. En los años 80 se practicaron segundas repoblaciones en zonas donde la repoblación anterior de pino resinero no se había desarrollado como se había esperado. Superficie total: 5.099,09 ha, con 1.216,34 ha de *Pinus pinea* y 861,51 ha de *Pinus pinaster*.

Cuartel	ha	N	AB	Vcc	Ivcc	H	Pm	% P.pinas	% P. pinea
A	803,05	172,9	8,25	39,43	2,27	9,7	4,4	59,6%	15,9%
B	700,27	148,8	7,02	32,86	1,75	9,6	6,6	64,5%	20,9%
C	704,84	27,1	1,66	8,97	0,5	11,9		15,1%	61,6%
D	747,79	124,9	5,08	22,6	1,34	9,1	9,6	53,6%	40,4%

Tabla 15. Características de cuarteles de pino negral en el Monte Caballeras (Espiel, Córdoba), tomado de Caballero y Pérez (2007). **ha:** Superficie del cuartel. **N** (densidad): Número de pies/ha. **AB:** Área basimétrica (m²/ha). **Vcc:** Volumen con corteza (m³/ha). **Ivcc:** Incremento corriente de volumen con corteza (m³/ha). **H:** Altura (m). **Fcc:** Fracción de cabida cubierta (%). **Pm:** Número de pies menores/ha. **Reg:** Pies de la categoría regenerado y diseminado/ha.

Usos, objetivos y situación futura: El objetivo principal es protector (erosión, diversidad biológica y conservación de ecosistemas). Otros secundarios: madera y biomasa, leñas, cinegético, ganadero, científico y social, setas, apícola, piñas, corcho, resina.

Se pretenden naturalizar las masas a través de tratamientos selvícolas poco intensos y con una frecuencia en las intervenciones baja. Manejo de pinar hacia transformación de masa más diversificada específica y estructuralmente: pasar de una estructura semirregular de primer grado a otra irregular incompleta, mejorando asimismo la estabilidad ante incendios o plagas.



Foto 46. Pinar de pino negral en Villaviciosa de Córdoba.

La especie principal futura es *Pinus pinaster* en los cuarteles A y B. En el C serán principales *P. pinea* y *P. pinaster*. Y en D, *P. pinaster* será secundaria junto con *Quercus ilex*, siendo dominante *Pinus pinea*.

Tipo fisonómico: masa arbolada densa

Método de ordenación: Tramo móvil ampliado con un periodo de aplicación de 20 años

Forma principal de masa Transformar masas coetáneas en masas semirregulares con primer grado de irregularidad, ampliando el periodo de regeneración

Edad de madurez (turno): 60 años (se ha reducido respecto a la primera ordenación por apreciarse un estancamiento de la masa).

Periodo para conseguir la regeneración: 20 años.

Tratamiento para conseguir la regeneración: Aclareo sucesivo por bosquetes (entre 0,5 y 2 ha) aplicado a al menos tres clases de edad, abriendo progresivamente el dosel de copas para conseguir una mejor protección del suelo, un menor impacto paisajístico y potenciar la recolonización de frondosas.

Se aplican varias cortas sucesivas abriendo el dosel arbóreo progresivamente hasta su total sustitución por uno nuevo.

El aclareo es necesario debido a la exigencia de luz para la regeneración. La irregularidad se conseguirá mediante la formación de bosquetes y micro bosquetes, generalmente coetáneos, o con escasa diferencia de edades entre los árboles que los integran. La irregularidad estructural conjunta se produce con una mezcla íntima de los numerosos bosquetes de diferentes tamaños y edades.

Tratamiento de mejora:

Su objetivo será dosificar la competencia entre los individuos de la masa.

Se diferencian en claros y claras en función de la clase natural de edad de los pies eliminados: repoblado y monte bravo en los claros y latizal y fustal en las claras (por otro lado, los claros no tienen aprovechamiento comercial, mientras que las claras, teóricamente, sí). La realidad es que hay claros que generan beneficio (o no ocasionan gastos), al igual que hay claras que suponen fuentes inversiones debido al bajo valor de la madera o los costes de aprovechamiento.

Clareo: en el repoblado o monte bravo. Sistemático o por calles.

Claros: Se aplicarán claras mixtas moderadas (más fuertes al inicio del turno) en las que se saquen los pies defectuosos del estrato superior (codominantes y dominantes) y los pies ahogados o dominados que puedan ser aprovechados en con-

diciones económicas razonables (se aplica en masas de edad media, de 20 a 30 cm de diámetro en los pies dominantes). Como criterio de corta, se aplicará el criterio de Assman, aunque las intensidades de corta serán superiores porque no se han realizado actuaciones previas de regulación de competencia.

Se efectuarán desbroces cuando haya dificultad de establecimiento de la regeneración, acumulación excesiva de combustible o dificultad de acceso, principalmente en las áreas cortafuegos, y en los rodales que sea imprescindible. Se podrán realizar quemas prescritas.

Cortas de policía: se extraerán los árboles secos, dañados, derribados por el viento, enfermos o moribundos. Son de difícil ejecución (necesitan una eliminación rápida de los restos para prevenir plagas o enfermedades, se deben evitar daños en los arrastres); si los árboles no constituyen un riesgo significativo, no se realizarán.

9.-El *Pinus pinaster* ante un territorio en mutación: incidencia del decaimiento y los incendios forestales

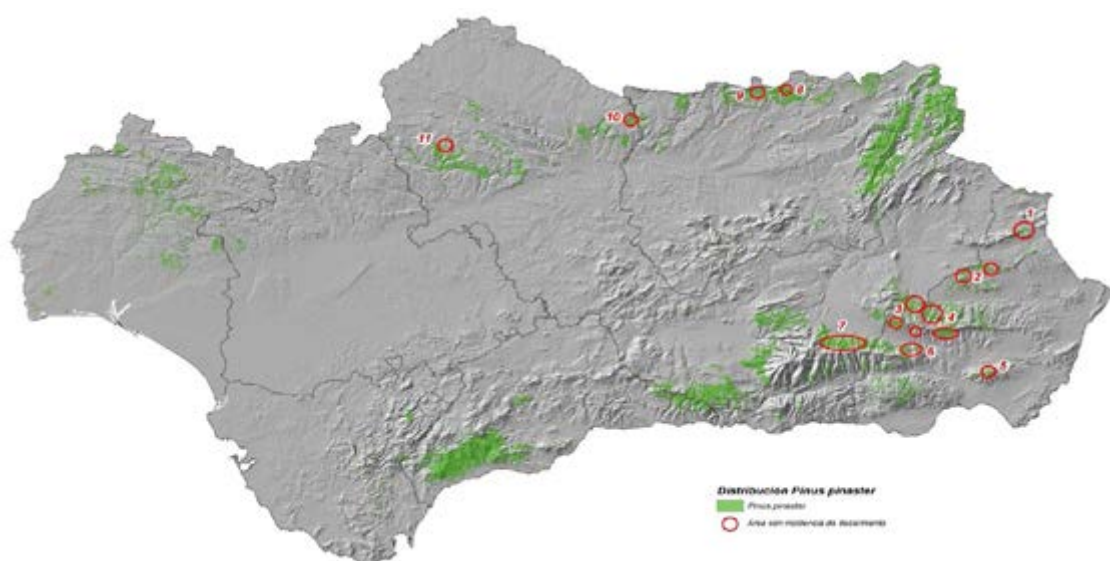
9.1. El decaimiento forestal

El fenómeno del decaimiento forestal está siendo objeto de atención creciente desde hace unas décadas, con frecuencia enmarcado en la problemática de los efectos del cambio climático (Allen et al, 2010; Camarero et al, 2004, 2012; De la Cruz et al, 2014; Lloret, 2012; Sánchez et al, 2012), si bien se trata de un fenómeno que responde a diferentes causas, entre las que se debe tener presente la gestión histórica del terreno forestal (Gómez Aparicio et al, 2011; Sánchez Salguero y Navarro, 2015).

Desde al menos el inicio del siglo XXI se han registrado episodios de mortandad y estancamiento y dificultades de crecimiento sobre la superficie de pino negral, tanto en Andalucía como en otras zonas de España, asociados o no a la presencia de plagas y enfermedades (Sánchez Salguero et al., 2010; Madrigal-González y Zavala, 2014; Prieto-Recio et al., 2015). Otras coníferas de repoblación como el pino silvestre y el pino laricio también se han visto severamente afectados (Navarro et al, 2007) y la incidencia también es notable en algunos pinares de pino carrasco.

Los episodios de decaimiento tienen una indudable componente climática. Los procesos de defoliación y pérdida de vigor del arbolado son frecuentes en la superficie de pinares de repoblación en Andalucía, aunque con frecuencia los árboles se recuperan total o parcialmente si el episodio de estrés climático no se dilata excesivamente. Lo que sí es patente es que ante masas debilitadas o poco vigorosas debido a la carencia de los tratamientos selvícolas adecuados, la incidencia del decaimiento es más probable y severa. En relación con esto, la debilidad de las repoblaciones insuficientemente gestionadas es patente, en particular si se comparan con formaciones naturales (Rodríguez Vallejo y Navarro Cerrillo, 2019).

Este carácter dinámico del decaimiento hace que la cartografía de su incidencia requiera de metodologías elaboradas (Navarro et al, 2007). La variabilidad temporal hace que sea difícil realizar un inventario regional de áreas en decaimiento o en riesgo de decaimiento, aunque la experiencia acumulada por los servicios forestales (equipo de Equilibrios Biológicos) permite identificar áreas que han manifestado en los últimos años una mayor incidencia de este fenómeno (**Mapa 14**)



Mapa 14. Localización de áreas en donde se han manifestado situaciones de decaimiento de moderada y gran intensidad (defoliaciones y muertes de arbolado). 1. Sierra de María (Almería). 2. Sierra de las Estancias (Almería). 3. Sierra de Baza (Granada) 4. Sierra de Los Filabres (Almería). 5. Sierra Alhamilla (Almería). 6. Sierra Nevada Oriental (Montenegro, Almería). 7. Sierra Nevada Septentrional (Marquesado del Cenete, Granada). 8. Aldeaquemada (Sierra Morena, Jaén). 9. Despeñaperros (Sierra Morena, Jaén). 10. Sierra de Cardena (Córdoba). 11. Montes de Villaviciosa-Villanueva. Fuente: Equipo de Equilibrios Biológicos y elaboración propia.



Foto 47. Decaimiento forestal en los pinares de repoblación de la Sierra de los Filabres.



Foto 48. Decaimiento forestal en los pinares de repoblación de la Sierra de los Filabres.

En el caso de *Pinus pinaster*, las principales áreas geográficas que ya han experimentado episodios de decaimiento, con muerte del arbolado o graves defoliaciones, son la Sierra de Baza y la Sierra de Filabres, la vertiente septentrional de Sierra Nevada (piso basal de las repoblaciones del Marquesado del Cenete), Sierra Alhamilla, Sierra de Las Estancias y Sierra Alhamilla (Almería), habiéndose detectado también pérdidas notables de arbolado en zonas de Sierra Morena de Jaén (Aldeaquemada y Despeñaperros) y Córdoba (Sierra Morena, en Cardena y Villanueva del Rey).



Foto 49. Pinares de repoblación en la Sierra de Los Filabres (Arroyo Berruga, Gérgal)

9.2. El episodio de decaimiento de la Sierra de Baza de 2016

Durante el verano de 2016 se produjo un episodio muy severo de decaimiento de pinos negrales (*Pinus pinaster*) en el Parque Natural de la Sierra de Baza, afectando a una superficie de más de 2.000 hectáreas. La muerte del arbolado se produjo en pocas semanas durante julio y agosto, tras un debilitamiento de pies dispersos y la muerte de ejemplares aislados registrada en 2014 y 2015. Afectó a una parte de las repoblaciones realizadas en la década de 1960 (en torno a 40.000 ha en toda la sierra) con el objetivo principal de generar una cubierta vegetal protectora frente a la erosión en un entorno frágil que había sido objeto de un uso intensivo en las décadas anteriores. El pino negral fue implantado en altitudes intermedias (800-1.750 m), situado por encima del pino carrasco (*Pinus halepensis*) y por debajo del pino silvestre (*P. sylvestris*) en plantaciones de elevada densidad (2.000 pies/ha). Su desarrollo inicial fue relativamente exitoso (teniendo en cuenta las condiciones ambientales), si bien con el paso del tiempo se pusieron de manifiesto situaciones de desequilibrio puntual achacables a factores como la competencia por alta densidad, la incidencia de agentes biológicos nocivos, la falta de adaptación de las especies de pinos en algunas de las localidades o los efectos de episodios de sequía prolongada en el tiempo. Como consecuencia, quedó patente un gran contraste local, puesto en evidencia, por ejemplo, entre las laderas de solana desnudas (en donde la repoblación no pudo prosperar) y las de umbría, cubiertas de pinar.

En la Sierra de Baza, y en la vecina Sierra de Filabres, también se han constatado episodios recientes de muerte masiva de arbolado, como el decaimiento que afectó a los pinares de repoblación de pino silvestre (*Pinus sylvestris*) y pino salgareño (*Pinus nigra*) de la Sierra de los Filabres y, en menor medida, de la Sierra de Baza, que comenzó en 2001 (Navarro et al, 2007). Este epi-



Foto 50. Las repoblaciones de la Sierra de Baza manifiestan una presencia diferencial en el territorio en función sobre todo de las condiciones de insolación.

sodio se relacionó con la incidencia de fenómenos climáticos adversos como la mayor severidad de los episodios de sequía, la reducción de las precipitaciones primaverales y el incremento de las temperaturas (Fernández Cancio et al., 2011). Fruto de este episodio y de otros similares, se han realizado estudios sobre los factores que intervienen en los procesos de decaimiento de las especies de pinos mediterráneos y las recomendaciones de manejo para reducir los daños, estudios que muestran que en estos fenómenos intervienen múltiples factores (Gómez Aparicio et al., 2011; Navarro et al., 2014, 2016; Salguero et al., 2012; 2013).

El decaimiento de la Sierra de Baza de 2016 coincidió con la presencia de la cochinilla corticícola (*Matsucoccus feytaudi*), un insecto de muy pequeño tamaño (en torno a 1 mm) que sólo afecta al pino resinero produciéndole un descortezamiento muy característico. Provoca debilitamiento del árbol, pudiendo llegar a matarlo, tal y como se ha documentado en otros lugares (Italia, Francia, Comunidad Valenciana). Esta cochinilla se considera nativa en el área de distribución del pino resinero en España; sin embargo, en las últimas décadas se ha identificado (aunque con ciertas dudas) como el agente desencadenante de grandes mortandades de *Pinus pinaster* en Europa, como el episodio que afectó a 120.000 ha en Francia entre 1960 y 1970 (Soria et al, 2000; Dopazo y Pérez-Laorga, 2000, 2001). A pesar de que en los últimos años se ha aumentado el conocimiento sobre su ciclo biológico, por estudios llevados a cabo en la Comunidad Valenciana (Burgos, et al, 2006; Rodrigo et al., 2013), la causa o causas que provocan su manifestación como plaga y su influencia en el proceso de debilitamiento resultan todavía desconocidas, aunque se supone que el estado de decaimiento del arbolado (derivado a la influencia de factores como el origen genético, la elevada competencia, la situación de sequía, etc.) actúa como desencadenante de sus explosiones poblacionales (SCH Vester y Ughetto, 1986; Tavares et al., 2015). En la zona del decaimiento de la Sierra de Baza se constató, efectivamente, una explosión poblacional, aunque el seguimiento llevado a cabo en el año 2017 en esta área y en otras repoblaciones de pino resinero distribuidas en Andalucía mostraron también presencia de un elevado número de insectos en otras zonas no afectadas con tanta intensidad por procesos de decaimiento (Guzmán Álvarez et al., 2019).



Foto 51. Tronco de pino negral afectado por la cochinilla corticícola. Sierra de Baza.



Foto 52. Decaimiento de pinar en la Sierra de Baza.



Foto 53. Decaimiento de pinar en la Sierra de Baza.

Lo que resulta evidente es que, si bien el pino resinero es un árbol de temperamento robusto y con capacidad para vegetar en condiciones de clima mediterráneo y suelos poco desarrollados (Ruiz de la Torre 2006), requiere de unas condiciones mínimas de humedad y temperatura para su desarrollo que no se han visto satisfechas en los últimos años, en los que la tendencia han sido al acrecentamiento de las temperaturas y al descenso de la pluviometría (especialmente las lluvias primaverales, Sánchez Salguero et al., 2010). Para su óptimo desarrollo necesita, además, unos suelos con cierta profundidad, ausentes en las áreas afectadas (Gandullo y Sánchez Palomares, 1994). Conforme el árbol se desarrolla y sus necesidades crecen, se va debilitando progresivamente al no poder profundizar su raíz pivotante en el suelo y no verse cubiertas sus necesidades, hasta que acaba colapsando.

Ruiz de la Torre (2006, p. 200) ya había apreciado que *“el estudio de las cartas fenológicas revela que la repoblación artificial ha extendido el P. pinaster por zonas en que el periodo vegetativo primaveral comienza 20 días antes que en su habitación natural y el otoño acaba 20 días más tarde, a costa de un mayor reposo en el centro del verano, lo que cambia el régimen natural de actividad, los ciclos morfogénéticos, la producción de maderas y resinas y la resistencia y vitalidad, delatando también un cierto trasiego de semillas de diferentes estirpes”*.

Si a lo anterior se une la disminución de la precipitación y el incremento del periodo seco, todo desemboca en un arbolado debilitado y con poca capacidad de defenderse ante situaciones de estrés o el ataque de plagas o enfermedades que actúan como factores desencadenantes de una elevada mortalidad (Sangüesa-Barreda et al., 2014). En el caso de formaciones vegetales procedentes de repoblaciones, esta situación se ha visto agravada por la gran densidad y el exceso de competencia entre los árboles. Bajo estas circunstancias, la cochinilla *Matsucoccus* pudo encontrar un medio óptimo para su expansión exponencial, actuando como el agente biótico desencadenante de la muerte definitiva de los árboles. De hecho, otras especies de escarabajos perforadores como *Tomicus destruens*, *T. minor* y *Orthotomicus erosus* estuvieron presentes, pudiendo actuar igualmente como los desencadenantes finales de la muerte.

El episodio de decaimiento de los pinares de repoblación de la Sierra de Baza hay que situarlo en el contexto del calentamiento y cambio global (Camarero et al., 2015; Pérez Luque et al, 2016; Zamora et al, 2015). En el caso que nos ocupa, el repaso de los registros climáticos apunta a una clara tendencia al aumento de las temperaturas medias en la zona, en torno a 1,5 °C, y a una ligera disminución de las precipitaciones. Respecto al ascenso de las temperaturas, hay que decir que tiene una marcada incidencia en el incremento, bastante acusado (superior al 10%), de la evapotranspiración (concepto que determina las necesidades teóricas de agua de la cobertura vegetal y, por tanto, su resistencia a los periodos secos), lo que es especialmente significativo a partir de la década de 1990.

En cuanto a las precipitaciones, si bien la última década no ha sido de las más secas del periodo estudiado, sí se observa un encadenamiento de años en los que las precipitaciones estivales (de mayo a septiembre) se han situado por debajo de los 75 mm (8 de los últimos 13 años) y una clara tendencia a la baja de las cantidades recogidas. Aplicando a los datos pluviométricos del índice estandarizado de sequía pluviométrica (IESP), se pone de manifiesto que, dentro de la alternancia de periodos secos y húmedos característico de nuestro clima, hay una tendencia al aumento de la duración de los periodos secos y, sobre todo, de su intensidad desde el año 1981 (**Figuras 2 y 3**). Algunas cifras son particularmente elocuentes: desde 2005 se ha registrado el mayor número de meses consecutivos en situación de sequía (49, de septiembre de 2005 a octubre de 2008).



Figura 2. Evolución de la pluviometría estival (mayo a septiembre) en la Sierra de Baza, 1963-2015. Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía.

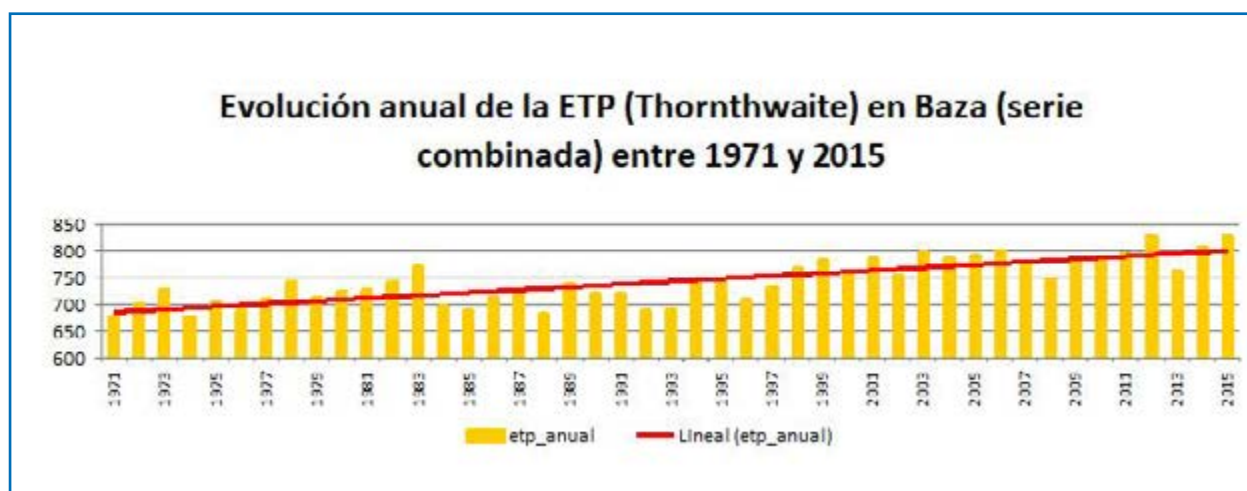
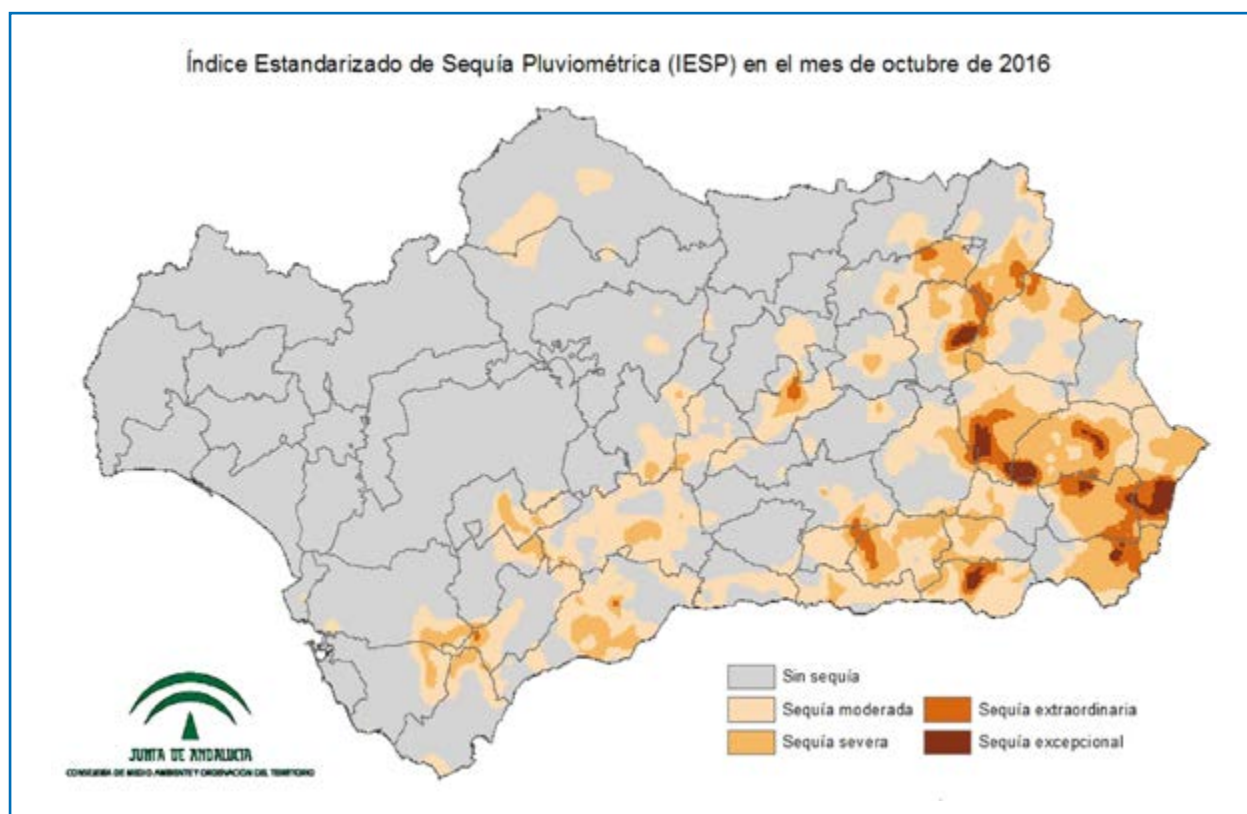


Figura 3. Evolución de la evapotranspiración anual en la Sierra de Baza, 1971-2015. Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía.



Mapa 16. Índice estandarizado de sequía pluviométrica en el mes de octubre de 2016. Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía.

Por otro lado, no hay que olvidar las características propias del terreno, cuya morfología y composición imponen unas condiciones que, combinadas con la climatología, son determinantes para la cobertura forestal. En este sentido, cabe señalar que los suelos de la sierra afectados por el decaimiento son pobres, escasamente evolucionados y desarrollados, tanto los presentes sobre los coluvios de ladera como sobre los micaesquistos que constituyen la roca dominante de la zona (es un tipo de roca foliada compuesta principalmente por mica y cuarzo).

9.3. Actuaciones para gestionar las masas en decaimiento

La muerte súbita de una superficie tan elevada de hectáreas generó una gran alarma social. Aunque el paisaje de repoblación es relativamente reciente (forma parte de la comarca desde los años setenta del siglo XX), su colapso no pasó desapercibido, despertando la demanda social por dar soluciones frente a la pérdida del arbolado.

Para responder a ello, en octubre de 2016, se constituyó un grupo de trabajo, formado por diversos científicos y técnicos, al que se le encargó la orientación en la toma de decisiones sobre las medidas que debían tomarse para responder de forma efectiva al reto que se planteaba en el Parque Natural de Sierra de Baza. Fruto del trabajo de este grupo, se elaboraron unas bases a partir de las cuales se redactó un proyecto de actuaciones de urgencia.

Como base orientadora de las actuaciones se elaboraron previamente unas orientaciones y criterios temáticos (retirada de la madera, control de erosión, restauración), bajo el paradigma de la gestión adaptativa y con la premisa de tratar de aumentar la resiliencia (capacidad de respuesta) del área afectada y de las repoblaciones que aún no han entrado en colapso (Serrada et al., 2011; Aspizua et al., 2015).

En el proyecto final se propusieron actuaciones de corta en 1.494 ha de pinar afectado por decaimiento (Venegas, 2017). En los rodales con afección extrema (predominio de arbolado muerto) y que presentaban una escasa densidad de regeneración natural de encinas u otro arbolado, las actuaciones se diseñaron con el objetivo principal de proteger el suelo contra la erosión, especialmente con pendientes superiores al 20%, manteniendo la máxima proporción posible de restos vegetales y de materia orgánica cubriendo el terreno. Al mismo tiempo, se mantendría una cubierta residual de árboles sin cortar, que si bien pueden estar muertos, pudieran aportar una cierta sombra para facilitar el proceso de regeneración y amortiguar el gran impacto visual derivado de la pérdida prácticamente total de arbolado en las zonas muy afectadas (aunque también pueden tener una lectura visual negativa). Otro de los objetivos principales de las actuaciones en este tipo de superficie fue reducir la biomasa seca que pudiera actuar como combustible y reducir el riesgo de incendio ante un cambio de modelo combustible preocupante.

En los rodales que presentaban un nivel de afección menos grave, los criterios generales de actuación se orientaron a reducir la densidad de pies arbóreos sanos para aumentar la capacidad de respuesta ante la incidencia de plagas y situaciones futuras de sequía, reducir el número de árboles que puedan ser fuente de plagas, crear un área de protección para limitar los riesgos debidos al decaimiento (plagas, incendios) a áreas contiguas y proteger el suelo frente a la erosión.



Foto 54. Acordonamiento de la madera muerta en la zona de decaimiento de la sierra de Baza.

Para proteger el suelo desprovisto de cobertura vegetal de fenómenos erosivos, se instalaron hidrotecnias, especialmente acordonamiento de fustes apeados en los bordes de las terrazas, además de albarradas y fajinas puntuales.

Si bien las actuaciones realizadas tuvieron carácter de urgencia para poder actuar sobre la biomasa afectada y evitar los riesgos derivados del colapso (de modo equiparable a una actuación post-incendio), en el proyecto también se contempló un primer conjunto de actuaciones demostrativas de restauración que permitieran probar distintas modalidades de apoyo a la restauración para orientar los trabajos futuros: protección y mejora de la regeneración natural, establecimiento de núcleos de dispersión de la vegetación, enriquecimiento de bosquetes y establecimiento de vegetación en las fajinas.

9.4. Incendios forestales

La superficie forestal de pino negral en Andalucía está expuesta a un gran riesgo de incendios. Obviamente, no es algo exclusivo de este tipo de formación forestal, pero el hecho de constituir en muchas ocasiones masas arboladas continuas supone un factor que puede agravar la severidad del incendio si éste adopta gran virulencia. También se hace mención a su mayor combustibilidad relativa debido al contenido en resina.

La gestión de pinar es determinante del modelo de combustible y, con ello, del régimen que pueda adquirir un potencial incendio. La presencia de hojarasca en formaciones densas monoespecíficas de *P. pinaster* o mixtas con *Quercus* da lugar principalmente a modelos de combustibles de tipo 8 o 9 (en la escala de Rothermel), con una materia orgánica seca en pie superior a 10 t/ha. Cuando el pinar está colonizado por matorral denso con continuidad horizontal y vertical (hasta 1,5-2 m de altura), el pinar pasa a modelo tipo 4, mucho más virulento y con una carga combustible superior (25-35 t/ha). Si, por el contrario, el pinar está aclarado y tiene un piso inferior de pastizal, el modelo de combustible, de tipo 1 (o si hay presencia de matorral), con un contenido en materia seca inferior a 10 t/ha. Finalmente, el modelo 10 (presencia de restos leñosos originados naturalmente, incluyendo leña gruesa caída como consecuencia de vendavales, plagas intensas, o excesiva madurez de la masa boscosa, con presencia de vegetación herbácea y matorral que crece entre los restos leñosos) presenta una importante cantidad de materia orgánica muerta (30-35 t/ha).

Ha habido varios grandes incendios que han afectado de manera severa a los pinares de pino resinero de Andalucía. Desafortunadamente, no es posible aportar cifras de incidencia concreta sobre la superficie de *Pinus pinaster* en base a las estadísticas oficiales (disponibles desde 1975), puesto en los primeros años no es posible discriminar entre formaciones vegetales.

En la Tabla 16 se relacionan los grandes incendios de Andalucía que han afectado a áreas con presencia de pino resinero. Entre ellos, destacan los que se produjeron en el año 1975 y afectaron a la Sierra de Almijara y sus prolongaciones de las sierras de Albuñuelas y Cázulas. También han tenido gran incidencia los que afectaron a las Sierras Bermejas de Coín y Ojén (2012), el de la Sierra de Huétor de Granada (1993), el de Almonaster la Real (1991) y el de Villanueva del Arzobispo (2005).

Año	Denominación	Total de superficie recorrida (ha)
2004	Minas de Río Tinto	34.290
1975	Albuñuelas	12.056
2012	Coín - Ojén	8.591
1991	Canjáyar	8.427
1991	Tolox (Sierra de las Nieves)	8.157
1993	Beas de Granada (Sierra de Huétor)	6.396
1991	Almonaster la Real (Sierra Morena)	5.383
2005	Villanueva del Arzobispo	5.244
1975	Alhama de Granada	4.784
1994	Lentegí	3.704
2005	Lanjarón	3.381
1995	Genalguacil (Sierra Bermeja)	2.319
1983	Alhama de Granada	2.171
1994	Vilches	1.480
1994	Monda	1.455
1985	Almonaster la Real	1.235
1985	Álora	1.151

Tabla 16. Grandes incendios forestales de Andalucía que han afectado a área de distribución del pino negral en Andalucía.

Tras un incendio, se han de tomar decisiones sobre el futuro de la zona quemada. En este sentido, la opción de no actuar por razones de oportunidad presupuestaria o de dedicación también es una decisión de gestión.



Foto 55. Terrazas desprovistas de vegetación tras el incendio forestal de Ojén (2012).

La retirada de la madera quemada es una de las primeras actuaciones sobre las que se ha de tomar decisiones (Bautista et al, 2004). Se persigue con ello distintos objetivos como favorecer la regeneración natural, reducir la incidencia de plagas que afecten a los árboles que hayan sobrevivido al incendio, reducir la carga combustible para evitar futuros incendios, evitar riesgos inherentes a la caída del arbolado muerto, preparar el terreno para las actuaciones de plantación o siembra o reducir el impacto emocional del incendio (Castro et al, 2009, 2010).



Foto 56. Acordonamiento de la madera retirada en el incendio de Ojén.

Llevar a cabo esta actuación de modo sistemático y generalizado es cuestionable: la pertinencia ecológica, económica y selvícola de la saca dependen del contexto y no siempre estará justificada (Lindenmayer et al. 2008, Leverkus et al, 2012, Rodríguez et al, 2013; (Castro, Leverkus y Guzmán, 2015), aunque en otras situaciones será la opción técnica más recomendable.

En el ejercicio práctico, el grado de intervención y los medios que han de utilizarse una vez apagado el incendio es evaluado en cada caso en función de factores como las características del incendio, el potencial de restauración natural de la zona, los costes económicos y la oportunidad de actuación, el impacto visual y la accesibilidad del área quemada, las necesidades técnicas para las futuras actuaciones selvícolas y las demandas sociales. En base al estudio concreto de cada zona incendiada y su contexto ecológico y social, se seleccionan las actuaciones técnicas aconsejables (desde la extracción

total a la no intervención pasando por diferentes grados de intensidad de corta y retirada, apeo y no extracción de los pies quemados, tratamiento de los fustes y ramas quemadas para mejorar el estado del suelo, distinta maquinaria y procesos de trabajo, etc.).



Foto 57. Regeneración de pino negral bajo madera quemada que se ha mantenido en el terreno, incendio de Ojén.

En los últimos años han aumentado los trabajos de investigación sobre la restauración post-incendio y la recuperación de estos terrenos. En el caso de los bosques de pino negral o resinero incendiados, Madrigal et al (2011) proponen como elementos a tener en cuenta para los trabajos post-incendio conocer el potencial de regeneración del ecotipo de la zona incendiada, planificar de modo razonable los trabajos de saca y extracción para evitar daños al suelo y centrar los esfuerzos en las zonas de menor potencial regenerativo o en donde el incendio tuviera mayor severidad, y apoyar tempranamente la regeneración, actuando sobre la densidad para reducir la competencia.



Foto 58. Labores de retirada de la madera muerta, Cañada Catena, Beas de Segura (Jaén).



Foto.59. Incendio en Cañada Catena, Beas de Segura (Jaén).



Foto 60 y 61. Regeneración natural post-incendio. Sierras Bermejas de Málaga (Istán).

Distintos estudios sobre *Pinus pinaster* ponen de manifiesto el diferente comportamiento post-incendio que muestra esta especie en función del ecotipo, la severidad del incendio y otras variables, además de la influencia y consecuencias que tiene el momento de la saca y de extracción de la madera quemada (Fernández et al, 2008; Ferrandis et al, 2001; Guzmán et al, 2005; Vega et al, 2005; 2009; Madrigal et al, 2005, 2006, 2011), siendo difícil deducir reglas generales de aplicación práctica generalizada. Por ejemplo, en relación con las actuaciones de saca y arrastre de la madera, con densidades de regeneración muy altas (con cifras que pueden alcanzar con frecuencia entre los 20.000 y los 50.000 pies/ha en ecotipos muy seróticos), la mortandad debida al arrastre provocado por la maquinaria puede resultar favorable al reducir las densidades finales que requerirán de clareos posteriores. Por el contrario, cuando el establecimiento de plántulas es pobre, las actuaciones selvícolas posteriores pueden comprometer la continuidad de la especie (Madrigal et al, 2009, 2011; Vega et al, 2009).

Un estudio realizado en Sierra Bermeja (incendio de 1.450 ha en 1995) y Sierra de Huétor (incendio de 1993), mostró que en algunos enclaves la regeneración no garantiza la conversión de la superficie quemada hacia las formas originarias de pinar, haciendo pensar en un posible desplazamiento por *Pinus halepensis* (Fernández Rebollo et al, 2001). Por su parte, un ensayo llevado a cabo a raíz del incendio iniciado el 30 de agosto de 2012 que recorrió una superficie de 8.224 ha pertenecientes a los términos municipales de Alhaurín el Grande, Coín, Marbella, Mijas, Monda y Ojén, afectando a 7.175,3 ha de superficie forestal, puso de manifiesto la gran capacidad de regeneración post-incendio de este ecotipo de pino resinero, a lo que se sumaron unas favorables condiciones para la nascencia y primer establecimiento durante los meses otoñales y primaverales (Guzmán et al, 2013).

Ante la incertidumbre de cuál sería la respuesta de la vegetación a distintas alternativas de tratamiento, se comparó la nascencia y evolución de las plántulas tras la extracción total de la madera quemada mediante cable acoplado a tractor forestal, la extracción total de la madera quemada con pala de bulldozer y la no extracción de la madera quemada y el mantenimiento de los árboles en pie sobre el terreno (control). Las mediciones de los dos primeros años mostraron que existe una notable irregularidad en el diseminado, en función de las características locales del sustrato y el dosel de coníferas previo al incendio, pero que las densidades alcanzadas tras la tercera medición (noviembre de 2014) en todas las actuaciones alcanzan unos valores que podría ser apropiados para un recubrimiento futuro aceptable de la superficie quemada (Figura 6).

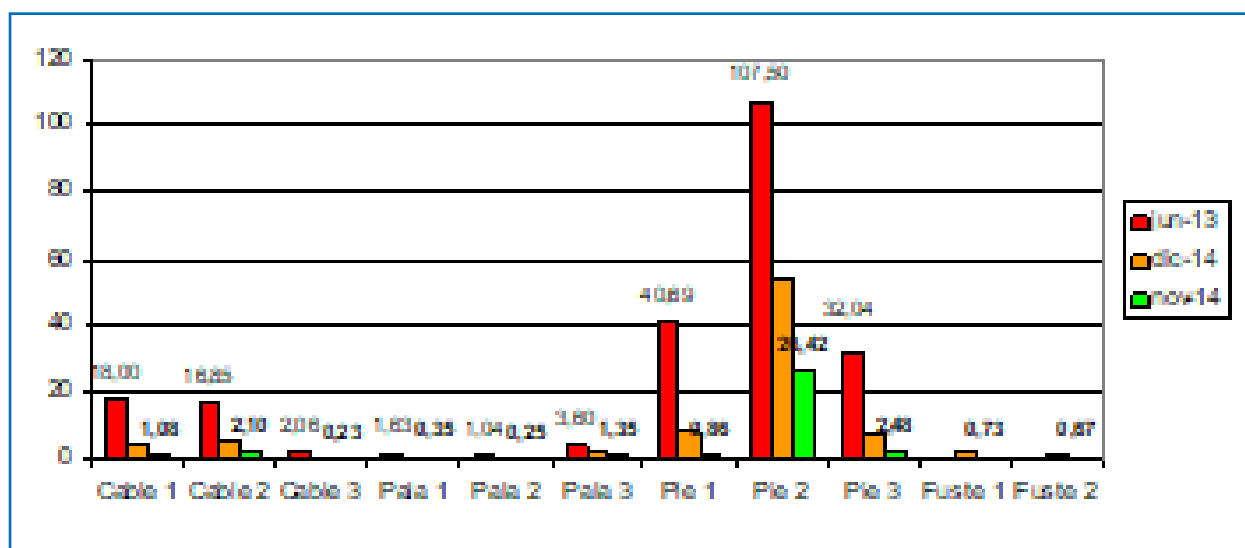


Figura 6. Densidad de brinzales por m² en el incendio de Coín que afectó a la Sierra Parda de Ojén (2012). Efecto de los tres tratamientos (Cable 1: retirada de toda la madera quemada mediante el arrastre con cable. Pala: Retirada de toda la madera quemada con pala de bulldozer. Pie: Mantenimiento de los árboles en pie).

La evidencia de campo muestra que la regeneración post-incendio está sometida en la actualidad a un mayor grado de incertidumbre debido a la mayor irregularidad en el régimen de precipitaciones y a la incidencia de un periodo cálido más prolongado y seco. Las respuestas desde la gestión, siempre difíciles, se ven por ello sometidas a tensiones adicionales. Respuestas que, por otro lado, deben pasar por el tamiz de la disponibilidad de presupuesto y recursos, lo que a menudo no es posible cuadrar en calendario y magnitud.

El modelo de gestión de terrenos incendiados debe tener en cuenta, por tanto, consideraciones de tipo ambiental (estudio a corto y medio plazo del reclutamiento o regeneración por brotes, posible incidencia de la erosión y otros riesgos, etc.) y socioeconómicas. A veces, podrá ser suficiente con diseñar medidas de acompañamiento y de reforzamiento de los procesos de restauración natural porque el medio tenga potencial de regeneración. Lo que no significa prescindir de la gestión ni abandonar el monte a su propia dinámica, sino planificar y diseñar las intervenciones de un modo óptimo, aprovechando mejor los recursos disponibles.



Foto 62. Laderas quemadas en la Sierra Parda de Ojén afectadas por el incendio de Coín (2012).



Foto 63. Regeneración post-incendio en ladera en la que se ha sacado toda la madera quemada con pala de bulldozer, Sierra Parda de Ojén (dos años después del incendio).



Foto 64. Regeneración post-incendio en ladera en la que se ha sacado toda la madera quemada. Sierra Parda de Ojén, incendio de Coín



Foto 65. Regeneración post-incendio en ladera en la que se ha mantenido la madera sobre el terreno.
Sierra Parda de Ojén, incendio de Coín

10.- Los pinares de *Pinus pinaster* del mañana: continúa la renovación en las sierras de Andalucía.

Los pinares de *Pinus pinaster* de Andalucía continúan renovándose.

Como hemos visto, los ejemplos de proyectos de Ordenación de montes públicos plantean una silvicultura orientada a la regeneración de los pinares, que en muchos casos serán transformados a masas mixtas. Si bien la realización efectiva de las actuaciones previstas a menudo no se ajusta a la programación por razones presupuestarias o de oportunidad, el objetivo está marcado y guía las actuaciones selvícolas sobre la superficie de pino resinero localizada en terreno de titularidad pública, que ocupa la mayor proporción sobre la superficie total.



Foto 66. Regeneración de pino resinero bajo superficie de pinar aclarada en cortas de regeneración. Villaviciosa de Córdoba (Sierra Morena).



Foto 67. Regeneración de pino resinero tras un incendio (Sierra Parda de Ojén, Málaga).



Foto 68. Ejemplar de gran porte de pino negral de origen natural. Cerro Huenes (Sierra Nevada, Granada).



Foto 69. Regeneración bajo el ejemplar de gran porte de pino negral de origen natural. Cerro Huenes (Sierra Nevada, Granada).

Igualmente hemos comprobado que el pino negral también continúa regenerándose de forma natural, tras un incendio o aprovechando ventanas de oportunidad ecológicas en las estaciones que le son más favorables o en donde está más adaptado.

Durante las últimas décadas se han recuperado de forma natural algunos de los pinares de pino negral que durante la primera mitad del siglo XX estuvieron a punto de perderse. En la Sierra Blanca de Ojén, junto al Juanar, los pocos pinos testigos que contemplara Luis Ceballos han aumentado su número hasta hacerse patentes en el paisaje. O en la baja montaña de Sierra Nevada, en donde en los picos de arenas dolomíticas del valle del río Monachil, (en el Trevenque, el Pico de la Carne o el Cerro Huenes), los pinos residuales que lograron superar la época de Luis Caro y de F. Prados han generado una masa irregular de gran belleza. En la Almajara, la sierra de Cázulas o la sierra de los Güájares, los escarpes, riscos y barranqueras recuperaron tras los últimos grandes incendios devastadores el pinar disperso, mientras que la sierra de Pujerra e Igualeja, en Málaga, se ha poblado nuevamente de una capa continua de frondas verde limón que cubre el suelo colorado de peridotitas, un pinar de regeneración que sustituye al último pinar que se quemó.

De la observación práctica, parece deducirse que en algunas estaciones esta regeneración no es tan abundante como en años pasados, aunque se carece de estudios cuantitativos que corroboren estas impresiones. En cualquier caso, preocupan las consecuencias del calentamiento global, manifestado de forma cada vez más patente en el aumento de las temperaturas (sobre todo en junio y septiembre, antesala y despedida del antiguo rigor canicular) y con un régimen de lluvias sujeto a una mayor irregularidad, cambios que no son favorables a la nascencia y, especialmente, al establecimiento de las plántulas.

Aunque a un ritmo y con una intensidad notablemente menor a la de otras épocas, se continúa repoblando con pino negral. En la actualidad, estas plantaciones se están limitando a restauraciones después de un incendio o a programas de educación y voluntariado ambiental. Esto se pone de manifiesto en la producción de planta en la Red de Viveros Forestales de Andalucía, que en el periodo 2009-2018 ha puesto a disposición más de 550.000 plantas de pino rodeno, cuyo principal destino ha sido la restauración de cuatro incendios forestales: el del Puerto de las Palomas, en la Sierra de Cazorla de 2001, el de la vertiente meridional de Sierra Nevada en Béznar, Nigüelas y Lanjarón en Granada, de 2005, el de la Sierra Parda de Ojén de 2012 y el que afectó al paraje de Cañada Catena en Beas de Segura en 2009 (Tabla 17).

Campañas		pies <i>Pinus pinaster</i>
2009 a 2013	Puerto de Las Palomas (Sierra de Cazorla)	383.432
2009 a 2013	Vertiente Sur-Occidental de Sierra Nevada (Béznar, Nigüelas y Lanjarón, Granada)	58.704
2010 a 2012	Sierra Parda de Ojén (Málaga)	43.000
2015-2016	Incendio Cañada Catena (Beas de Segura, Jaén)	61.420

Tabla 17. Producción de planta de *Pinus pinaster* de la Red de Viveros de Andalucía, 2009-2018 (Fuente: Red de Viveros de Andalucía, Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible).

A continuación, se ofrece un resumen de tres de estos incendios, que ilustran el tipo de actuaciones de restauración post-incendio en los montes de propiedad pública de Andalucía en las dos primeras décadas del siglo XXI.

Restauración del incendio del Puerto de “Las Palomas” (Monte Navahondona), Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas.

En el verano de 2001 se produjo un incendio en el monte de Navahondona y Guadahornillos que afectó a 705 ha, principalmente pinares de pino salgareño y negral y mezclas de frondosas y pinos. Aunque se realizaron albarradas y fajinas tras el incendio, en la evaluación que se hizo seis años después del suceso se apreció una importante pérdida de suelo, con una recuperación vegetal del terreno limitada a una cobertura muy escasa sobre suelos esqueléticos en la ladera de la sierra que mira al Guadalquivir, entre 800 m y 1.384 m, y con el 72% de la superficie por encima del 50% de pendiente.

La actuación (Illanes y Badillo, 2008) planteó repoblar 689,9 ha, con una intervención que atendía sobre todo a criterios paisajísticos. Para la elección de las especies se tuvieron en consideración los escasos rodales remanentes de vegetación actual y el modelo de vegetación potencial, junto con la pendiente del terreno y la presencia de afloramientos rocosos como variables de medio físico que determinan la posibilidad de mecanización. Ante un suelo desprovisto de cobertura, la implantación de especies de *Quercus*, exigentes en cuanto a suelo, clima, etc., se estimó dificultosa, por lo que se optó por modelos de vegetación en los que los pinos y las especies de matorral pudieran desempeñar en el futuro un papel protector para la recuperación de estas otras especies más exigentes. También se estableció como criterio de diseño incorporar diversidad en las especies a implantar para acrecentar el valor paisajístico de la actuación, a pesar de reconocer que la situación actual de la zona era bastante comprometida desde de punto de vista de las condiciones para la restauración.



Foto 63. Ladera del Guadalquivir afectada por el incendio del Puerto de las Palomas (Cazorla, Jaén)

Se preparó el suelo de forma manual, con planta de 1-2 savias en bandeja de 300 cc. En el caso de *Pinus pinaster*, se propuso sembrar 2-3 piñones junto al plantón. Como tratamientos culturales se establecieron binas, escardas y aporcados y se implantó un cerramiento de 2,5 m de altura para evitar la herbivoría de la fauna silvestre.

La elección final de las especies se basó en la definición de una serie de modelos de vegetación:

Modelo 1.- 16,13 ha. Pinar de pino salgareño (plantación de *Pinus nigra* subsp. *salzmannii*, 650 pies/ha) en el contexto de la serie meso-supramediterránea del pino salgareño, acompañado con *Juniperus phoenicea*, *Juniperus oxycedrus* y *Rhamnus myrtifolius* (50 pies/ha de cada especie).

Modelo 2.- 462,81 ha. Pinar de pino negral (plantación de *Pinus pinaster*, 650 pies/ha) en el contexto de la serie mesomediterránea de la encina, acompañado con encinas (*Quercus ilex*, 100 pies/ha) y quejigos (*Quercus faginea*, 100 pies/ha) y arces (*A. granatense* y *A. monspessulanum*) y con un cortejo arbustivo diverso: *Amelanchier ovalis*, *Berberis hispanica*, *Crataegus monogyna* subsp. *brevispina*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia terebinthus*, *Prunus mahaleb*, *Quercus coccifera*, *Rhamnus alaternus* y *Rhamnus lycioides* (de 40 a 100 pies/ha para cada especie).

Modelo 3.- 10,58 ha. En zonas en donde el incendio respetó el pinar de pino negral en contexto de la serie mesomediterránea de la encina: enriquecimiento con encina (*Quercus ilex*, 100 pies/ha) y quejigo (*Quercus faginea*, 100 pies/ha) acompañadas con especies arbustivas: *Phillyrea angustifolia*, *Quercus coccifera* y *Pistacia terebinthus* (50 pies de cada especie/ha).

Modelo 4.- 5,8 ha. Enriquecimiento de encinar en el cual el incendio respetó los pies mayores, utilizando: *Acer granatense*, *Arbutus unedo*, *Crataegus monogyna* subsp. *brevispina*, *Juniperus oxycedrus*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia terebinthus*, *Quercus coccifera*, *Rhamnus alaternus*, *Rhamnus lycioides* (40 pies de cada especie/ha).

Modelo 5.- 4,6 ha. Enriquecimiento de pinar de pino negral en el contexto de la serie mesomediterránea de la encina. Semejante al modelo 2 pero en topografía llena con acumulación de suelo. Densificación con pino negral (*Pinus pinaster*, 150 pies/ha), encinas (*Quercus ilex*, 300 pies/ha) y quejigos (*Quercus faginea*, 200 pies/ha).

Modelo 6.- 70,6 ha. Pinar de pino negral (*Pinus pinaster*, 650 pies/ha) en el contexto de la serie mesomediterránea de la encina, con encinas (*Quercus ilex*, 100 pies/ha) y quejigos (*Quercus faginea*, 100 pies/ha), incluyendo como especies acompañantes: *Crataegus monogyna* subsp. *brevispina*, *Juniperus oxycedrus*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia terebinthus*, *Quercus coccifera*, *Rhamnus alaternus* (40 pies/ha de cada especie).

Modelo 7.- 7,64. Pinar de pino carrasco (*Pinus halepensis*, 650 pies/ha), en contexto similar al modelo 6 pero más término, con encina (*Quercus ilex*, 100 pies/ha) y quejigo (*Quercus faginea*, 100 pies/ha), acompañado de especies arbustivas: *Amelanchier ovalis*, *Berberis hispanica*, *Crataegus monogyna* subsp. *brevispina*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia terebinthus*, *Prunus mahaleb*, *Quercus coccifera*, *Rhamnus alaternus* y *Rhamnus lycioides* (de 40 a 100 pies/ha).

Modelo 8: 3,07 ha. Pinar de pino salgareño (*Pinus nigra*, 650 pies/ha) con encinas (*Quercus ilex*, 100 pies/ha) y quejigos (*Quercus faginea*, 100 pies/ha), incluyendo como especies acompañantes: *Crataegus monogyna* subsp. *brevispina*, *Juniperus oxycedrus*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia terebinthus*, *Quercus coccifera*, *Rhamnus alaternus* (40 pies/ha de cada especie).

Modelo 9.- 29,76 ha. Pinar de pino negral (*Pinus pinaster*, 650 pies/ha) en el contexto de la serie supramediterránea de la encina con encina (*Quercus ilex*, 100 pies/ha) y quejigo (*Quercus faginea*, 100 pies/ha) y el acompañamiento de *Prunus mahaleb* (50 pies/ha), *Crataegus monogyna subsp. brevispina* (40 pies/ha) y *Amelanchier ovalis* (50 pies/ha) y *Berberis hispanica* (100 pies/ha).

Modelo 10.- 20,47 ha. Pinar de pino negral (*Pinus pinaster*, 300 pies/ha) en el contexto de la serie supramediterránea del quejigo, incorporando encina (*Quercus ilex*, 200 pies/ha) y quejigo (*Quercus faginea*, 200 pies/ha) como especies principales y acompañadas por *Acer monspessulanum* (50 pies/ha), *Acer granatense* (50 pies/ha), *Berberis hispanica* (100 pies/ha), *Crataegus monogyna subsp. brevispina* (50 pies/ha), *Pistacia terebinthus* (50 pies/ha), *Prunus spinosa* (50 pies/ha).

Restauración del incendio en la “vertiente suroriental de Sierra Nevada, Septiembre 2005

Cabeza de Vaca, R.; Novo Estébanez, C. 2007. Proyecto de restauración de montes públicos afectados por el incendio en la “vertiente suroriental de Sierra Nevada, Septiembre 2005” (Granada)

El día 22 de septiembre de 2005 se inició en el municipio de Lanjarón un incendio que rápidamente se extendió hacia el NE, afectando a una gran superficie perteneciente a los espacios protegidos del Parque Nacional y el Parque Natural de Sierra Nevada. El incendio pudo ser controlado por los efectivos del INFOCA la mañana del 24 de septiembre, habiendo quemado un total de 3.425 ha pertenecientes en su mayor parte a los municipios de Lanjarón, Lecrín y Nigüelas. El incendio afectó fundamentalmente a repoblaciones realizadas desde la primera mitad del siglo XX hasta los decenios de 1970 y 1980, constituidas masas de pinos continuas a lo largo de los terrenos. En menor medida, tampo pinares que ocupaban antiguos bancales de cultivo (huertas y cereales) que fueron abandonados, y a parcelas de cultivos leñosos (almendrales, castaños) que todavía subsistían en las estribaciones serranas. En definitiva, el incendio afectó a unos parajes muy humanizados que fueron abandonados en gran parte durante el siglo XX tras haber formado parte de sustento de la población local.



Foto 71. Terrazas con pinos quemados. Incendio de Béznar-Nigüelas-Lanjarón.

Se diseñó un Plan de Actuaciones de Emergencia que incluyó la “eliminación de la mayor parte de las coníferas quemadas, cuya permanencia en pie imposibilita el acceso para acometer la restauración vegetal en la zona”. Además, estos pies pueden ser foco de plagas y enfermedades para masas aledañas”) y obras de estabilización de laderas y defensa frente a la erosión (construcción de hidrotecnias: fajinas en laderas y albarradas y empalizadas en la red de drenaje con parte de los residuos leñosos generados en la corta), reparación y construcción de diques, mantenimiento de caminos, protección de redes de abastecimiento de agua potable en las poblaciones y reparación de acequias tradicionales. Con respecto a la evolución de la superficie de pinar afectado, se apreció en los estudios previos que tras dos años del incendio existía un alto grado de regeneración por parte de la vegetación, especialmente de la arbustiva, mediante la recolonización de las superficies que no habían ardido y la capacidad vegetativa de muchas especies rebrotadoras tras incendios

En el proyecto de actuaciones (Cabeza de Vaca y Novo Estébanez 2007) se estableció como la imagen final que debería obtenerse tras el proceso restaurador un monte abierto, con discontinuidades, heterogéneo, diverso, más resistente a agentes agresivos e integrado paisajísticamente

El equipo de trabajo tuvo especialmente en cuenta el paradigma de la ecología de la restauración, estableciendo expresamente como técnicas a aplicar:

- Utilización y manejo de la regeneración natural post-incendio.
- Consideración de la regeneración bajo cubierta de matorral.
- Plantación de núcleos de dispersión y bosquetes.
- Previsión de grandes discontinuidades o no actuación en determinadas zonas.
- Favorecer zonas de pastoreo.
- Preparación puntual del suelo: hoyos y microcuencas.
- Revegetación de la red de drenaje.

En base a estos criterios, se delimitaron zonas de actuación a las que se le aplicó un modelo de restauración específico. De entre ellas, en la Zona 1 y 2 se tuvo presente al pino negral como elemento que formó parte de un esquema de restauración complejo y con enfoque de detalle.



Foto 72. Regeneración post-incendio. Incendio de Béznar-Nigüelas-Lanjarón.

Zona 1.- 110,56 ha. En el término municipal de Nigüelas en un área con un gran gradiente altitudinal en donde existía una repoblación por pisos de *Pinus halepensis*, *P. pinaster*, *P. nigra* y *P. sylvestris*. El objetivo de la restauración fue la protección del suelo a través de la creación de bosquetes y siembras.

En pendientes <50%:

- Plantación por bosquetes (3 bosquetes / ha) compuestos de 50 pies/bosquetes de *Quercus ilex*, *Lonicera arborea*, *Prunus ramburii*, *Berberis hispanica*, *Crataegus monogyna* y *Rosa ssp.*
- Plantaciones dispersas de *Pinus sylvestris subsp. nevadensis*, 250 pies/ha.

En pendientes > 50%: siembra en casillas a razón de 300 golpes/ha de *Quercus ilex*, *Pinus pinaster* (20% de la proporción, o sea, 60 golpes/ha), *Pinus halepensis*, *Lonicera arborea*, *Chronantus biflorus* y *Rosa ssp.*

Zona 2.- 222,66 ha. Vegetación antes del incendio: Pinar de repoblación de *P. pinaster* y *P. sylvestris*. Objetivo de protección.

En Pendientes < 50%.

- Plantación de 12 grandes bosquetes de 6 ha cada uno con una densidad de 300 pies/ha (se plantación en total de 86 ha), con *Pinus pinaster subs. acutiqama* (16% de proporción, 48 pies/ha), *Pinus halepensis* (64%), *Quercus ilex* (5%), *Rhamnus alaternus* y *Rhamnus oleoides* (5%), *Berberis hispanica* (5%) y *Crataegus monogyna* (5%).
- Plantación de encinas dispersas en 57 ha con especies acompañantes (150 pies/ha): *Quercus ilex*, *Rhamnus alaternus* y *R. oleoides*, *Berberis hispanica*, *Crataegus monogyna*, *Juniperus communis*.

En pendientes > 50%, siembra en 78,97 ha de 300 golpes/ha de *Quercus ilex* (30%), *Pinus pinaster* (20%), *Pinus halepensis* (20%), *Lonicera arborea* (10%), *Chronantus biflorus* (10%), *Rosa ssp* (10%).

Restauración de zonas afectadas por incendios forestales en la Provincia de Málaga

La Sierra Parda de Ojén, en el piedemonte de la Sierra de Alpujata, sufrió varios incendios a principios de siglo XXI, el último de los cuales acaeció en 2005. El 49% de la superficie afectada se situaba entre 30 y 50% de pendiente, y el 22% superior a 50%

Se quemaron 262,84 ha que antes del incendio tenían unas densidades de entre 900 a 1.200 pies de pino negral/ha y una altura de entre 5 y 7 m con una fracción de cabida cubierta de entre 85 y 90%

La solución técnica fue una plantación de 466,57 ha con una densidad total de 600 pies/ha, con dos combinaciones diferentes:

- 400 pies/ha de *Juniperus oxycedrus* y 200 pies/ha de *Pinus pinaster*.
- 480 pies/ha de *Juniperus oxycedrus* y 120 pies/ha de *Pinus pinaster*.

11.- Epílogo: el pino negral ante su propio espejo, o en qué situación se encuentra para seguir construyendo paisajes en el futuro

Como se ha puesto en evidencia a lo largo de estas páginas, el pino negral es una especie de gran importancia ecológica, botánica y forestal en Andalucía. Realmente, podríamos calificarla como una de las especies más representativas, sin que ello suponga un desmerecimiento de la riqueza de especies arbóreas que están presentes en los ecosistemas andaluces.

Razones no faltan para ponderar la relevancia del pino resinero en nuestros paisajes. En el sur de España tuvo uno de sus refugios glaciares y, a partir de aquí, cuando la climatología se tornó más bonancible, se extendió, ocupando un territorio que siempre resultará difícil de precisar.

Las investigaciones paleobotánicas en la Sierra de Segura han desvelado que su presencia ha sido continuada desde la retirada de los glaciares y también nos han mostrado la compleja relación dialéctica con su congénere, el pino salgareño (*Pinus nigra*) y con las formaciones arboladas de cupulíferas mediterráneas.

Su gran versatilidad y plasticidad le permiten ocupar diferentes nichos y desempeñar distintos roles ecológicos: desde especie pionera en la recuperación de terrenos incendiados a arbolado estable bajo ciertas condiciones de sustrato. De modo que si cuando actúa como especie ingeniera para la reconstrucción de ecosistemas es reemplazada por otras especies que aprovechan el sombreado que el pinar ha creado para prosperar, en las sierras de tonalidades bermejas por su roquedo de peridotitas o en las sierras blancas y grises de las calizas y mármoles con dolomías, los pinos rodenos se establecen aportando el dosel arbóreo en formaciones de gran singularidad.

Pese a que estos roles ecológicos están reconocidos en las diferentes disciplinas forestales y botánicas (Geobotánica, Paleobotánica, Fitosociología), el pino resinero del sur de la Península Ibérica continúa envuelto en una suerte de bruma de incompreensión. Más allá de que continúen las vacilaciones taxonómicas (con propuestas que van desde el rango específico al de ecotipo, pasando por subespecie o variedad), este pino de fuste recto cuando se dan las condiciones propicias y corteza agrietada, piña cónica de gran tamaño y acículas largas y de un intenso color verde lustroso, no parece despertar gran interés, al menos en comparación con otras especies.

Desconocemos su área de distribución histórica, quedando solo vestigios poblaciones de carácter residual que tienden a pasar desapercibidos. Parecería que no ha despertado suficientemente nuestro interés, al modo que lo han hecho otros pinos (especialmente el pino silvestre y el pino salgareños) u otras especies (desde los *Quercus* a los tejos). Lo que resulta llamativo, puesto que le afectan los mismos riesgos y se enfrenta a los mismos retos que otras especies arbóreas mediterráneas, aparte de que debería gozar de nuestra estima como arbolado de interés paisajístico, como nicho para la biodiversidad o, incluso en nuestras condiciones tan mediterráneas, productivo.

¿A qué se debe el poco aprecio que parece despertar el pino rodano? Pensamos que se trata de una cuestión de contexto, una torpe extrapolación de una realidad incomprendida.

Pinus pinaster fue una de las especies más utilizadas en las grandes repoblaciones del siglo XX. Como otros pinos, se le asignó la misión de recuperar terrenos degradados, reducir los riesgos derivados de la desprotección del suelo y dar respuesta al conjunto cada vez más nutrido de otras de las funciones y finalidades que se le pedían a la superficie forestal (empleo en las labores de restauración y de silvicultura, aprovechamientos en el futuro de madera, leña y resina, aportación de empleo, recreación y amenidad paisajística, etc.). De este modo, pasó a formar parte de cientos de miles de hectáreas de territorio como un tropel de peones de infantería restauradora, en apretados ejércitos vegetales destinados a proveernos de los que hoy denominamos como servicios de los ecosistemas.

Esta ingente labor forestal cambió la faz del paisaje. Con sus luces, pero también con sus sombras.

Durante un tiempo, los pinares de repoblación fueron objeto de severas críticas. Pensamos que fue debido a que, más allá de actuaciones puntuales poco afortunadas, fueron malentendidos o, por mejor decir, malinterpretados. Porque desde su punto de partida en una gran proporción fueron implantados pensando en que cumplieran la tarea de facilitar nuevos paisajes, sin tener vocación de permanencia.

Fueron plantados para ocupar antiguos terrenos agrícolas o pascícolas abandonados, expuestos a la erosión en un tiempo en el cual, en paralelo, se estaban creando las grandes infraestructuras hidráulicas y de regadío. Fue un momento de cambio socioeconómico acelerado del medio rural, y a estos batallones de pinos se les encomendó la ardua tarea de proteger la retaguardia de los paisajes de una sociedad que huía del territorio que había sobreutilizado para poder mantenerse. Su destino era ser transformados, ser un eslabón en una cadena de etapas de contornos indefinidos que llevara a situaciones crecientes de complejidad específica y estructural.

Aunque hayan pasado ya bastantes décadas, posiblemente todavía no estemos en situación de disponer de un análisis social compartido de lo que supuso esta enorme transformación del territorio y de sus implicaciones sociales, económicas y ecológicas. Entre tanto, los pinos siguen vegetando en las sierras, y nos toca cuidar de esta herencia en un siglo XXI que ha traído desafíos nuevos e impactantes.

Como hemos visto en la exposición de los proyectos de ordenación, el papel futuro del pino negral en las repoblaciones es definido en cada situación. Algunas estaciones pueden seguir acogiendo con perspectiva de continuidad e integrarán formaciones estables, ya fuera con predominio de los propios resineros, ya como especie participante en ese cóctel vegetal que denominamos masa o formación mixta. En otras, por el contrario, estarán destinados a desaparecer del escenario cuando su papel en la trama del paisaje finalice. En este tránsito, la práctica de la silvicultura y la ordenación irán también modificando su formalidad de criterios, técnicas y semántica para aceptar como consolidado lo que desde hace tiempo constituye la esencia de su ejercicio práctico: desordenar ordenando, convertir las masas regulares en ecosistemas funcionales, gestionar de forma adaptativa y adaptarse gestionando.

Parte de la superficie de pinar de repoblación seguirá siendo objeto de aprovechamiento económico. La dependencia de las condiciones del mercado y del régimen regulatorio de la madera y de la biomasa con destino energético (en mucha menor medida la resina, que es un aprovechamiento menor en la actualidad) dará lugar en el futuro a nuevas ventanas de oportunidad para la gestión sostenible de los pinares, pero también llegarán nuevos periodos de dificultades. Lo cierto, en cualquier caso, es que, en términos generales, no podemos exigir demasiado a una superficie de pino resinero con crecimientos anuales que con frecuencia no llegan a 0,5 m³/ha y con volúmenes en pie de 20 a 40 m³/ha estancados ante la falta de tratamientos.

Una de las consecuencias de la ingente superficie de pinar implantada a lo largo del siglo XX es que, en cierta forma, ocultó al pinar natural preexistente. De hecho, la identificación funcional y ecológica de todo *Pinus pinaster* con un pino de repoblación llegó a ser del tal grado que durante un tiempo se llegó a negar el carácter autóctono de esta especie.



Foto 73. Pinar procedente de regeneración después de un incendio (1975). Pujerra, Málaga.

Al no distinguir orígenes y funciones, el resultado final fue una visión estereotipada y simplista del papel ecológico del pino resinero, que se tendía a juzgar como un producto histórico juzgado en ocasiones como errado.

Entre estos dimes y diretes se fue buena parte de las décadas finales del siglo XX. Con el paso del tiempo, nuevas investigaciones lo resituaron en el lugar ecológico que ya se le había identificado muchos años atrás (recordemos los trabajos de los botánicos y forestales de la primera mitad del siglo XX, en especial los de Luis Ceballos), pero ello no bastó, a nuestro juicio, para que comenzase a ser valorado. Quizás haya influido en ello el enorme legado de los cientos de miles de hectáreas repobladas, una auténtica singularidad forestal que nos genera una gran incertidumbre a la hora de proponer actuaciones de gestión porque nos faltan modelos en los que fijarnos.



Foto 74. Panorámica del área quemada de Sierra Parda de Ojén (incendio de Coín, 2012). En la ladera de la izquierda se advierte la regeneración de los pinos, ya con seis años. En el plano de en medio, una loma que respetó el incendio, con el pinar procedente de repoblación que se libró del fuego. Al fondo, la Sierra Blanca de Ojén: en los barrancos junto al paraje del Juanar se aprecian los pinos negrales descendientes de los árboles testigo a los que hicieron mención Luis Ceballos y Carlos Vicioso en 1933.



Foto 75. Regeneración de Sierra Parda tras el incendio de Coín de 2012 (23/10/2019).

Y entre dudas conceptuales, carencias presupuestarias, precios insuficientes, disputas academicistas y vacilaciones profesionales, llegó el siglo XXI bajo el paradigma del cambio. Las habituales y esforzadas batallas contra el fuego se han redecido. Los insectos defoliadores, chupadores y perforadores toman cada vez más posiciones. El verano entra pronto y tiene que recorrer buena parte de su calendario el mes de octubre para que el termómetro advierta de su finalización. Lluvea distinto: eso parece y así lo reflejan las estaciones meteorológicas. Estamos en un momento de cambio en las condiciones de nuestro contexto ambiental global, y si los seres humanos ya lo perciben, ¿cómo no lo estarán notando los pinos negrales?

Estas son las circunstancias de siglo XXI, y en ellas debemos dar respuestas a los pinares de *Pinus pinaster*: a los que quedaron como naturales y a los que vamos a naturalizar, a los que se perpetuarán como pinar y a los que irán siendo acompañados cada vez más por más especies de árboles, arbustos y plantas herbáceas, por más diversidad.

En realidad, el desafío que supone gestionar los pinares de pino resinero del siglo XXI no es nuevo. Luis Ceballos nos lo recuerda desde su atalaya de observador de la naturaleza: "*Hemos llegado a una cubierta que cumple de momento su misión antierosiva, pero formada por pinos en estado regresivo y pirófilos, que están a merced de una cerilla, que puede colocarnos rápidamente en el punto de partida (...)*" (1959, citado en Gómez Mendoza y Mata Olmo, 2002, p. 135).

Tal y como hemos expuesto en esta revisión, el reto está identificado y contamos con conocimiento y destrezas para hacerle frente. Y en esas estamos, continuando con la tarea de que los pinares continúen evolucionando.

12.- Agradecimientos

A Alejandro Cantero, por brindarnos la oportunidad de trabajar en esta recapitulación sobre el pino resinero en Andalucía. Francisco Salas Cabrera seleccionó los proyectos de ordenación representativos de la silvicultura de *Pinus pinaster* en Andalucía, Rocío de Unamuno Conradi nos ayudó en la selección de los proyectos de inversión y Manuel Arroyo nos ayudó a disponer de la información de la Red de Viveros. En la localización de los rodales naturales de pino resinero han sido imprescindibles Francisco B. Bruno Navarro, del IFAPA de Granada (Sierra de Baza y Sierra de Las Estancias – Oria – Madroñales), Ramón Huesa, de la Delegación Territorial de Almería (Sierra de Oria), Jaime de Lara, Director Conservador del Parque Natural de la Sierra de María y Los Vélez (Sierra de María), Miguel Ángel Gómez de Dios, Equipo de Equilibrios Biológicos de la AMAYA (Sierra de Lúcar y Sierra de María), Valentín Badillo, del Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas (Navahondona), Javier Navarro Gómez-Menor y Antonio Ramos, del Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada (Cerro Huenes y arenales del Trevenque), Pepe López Quintanilla, Valentín Ortiz, Miguel Arenas y Ricardo Salas de la Vega, de la Delegación Territorial de Málaga. En la determinación de las áreas con incidencia de decaimiento consultamos al Equipo de Equilibrios Biológicos (especialmente Miguel Ángel Gómez de Dios, Antonio Muñoz Risueño, Jose Manuel Ruiz Navarro y José Ángel Redondo Noval). Y aprendimos mucho en las visitas y en las conversaciones sobre los pinares de pino resinero con los compañeros y compañeras que forman parte de la intrahistoria de los pinares de Andalucía de este siglo XXI: muchas gracias a todos ellos.

13.- Bibliografía

- Alejano Monge, R. y Martínez Montes, E. 1996. Distribución de *Pinus nigra* Arn. subsp. *salzmannii* en las sierras Béticas. *Ecología*, 10, 231-241.
- Alejano, R.; Martínez, E. 2003. La silvicultura mediterránea en Andalucía. Respuestas técnicas ante los objetivos actuales. *Ecosistemas* 2003 (URL: <http://www.aet.org/ecosistemas/033/informe1.htm>)
- Alejano Monge, R.; Martínez Montes, E. 2006. Aportaciones de la paleobotánica a la interpretación del área natural de *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* en las Sierras Béticas (Sureste de España). *Investigaciones Agrarias, Sistema Recursos Forestales*, Fuera de serie, 124-136.
- Alía Miranda, R.; Martín Albertos, S.; De Miguel y Del Ángel, J.; Galera Peral, R. M.; Agúndez Leal, D.; Gordo Alonso, J.; Salvador Nemoz, L.; Catalán Bachiller, G.; Gil Sánchez, L. A. 1996. *Las regiones de procedencia de Pinus pinaster Aiton*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid.
- Allen, C. D.; Macalady, A. K.; Chenchouni, H.; Bachelet, D.; McDowell, N.; Vennetier, M.; Kitzberger, T.; Rigling, A.; Breshears, D. D.; Hogg, E. H.; Gonzalez, P.; Fensham, R.; Zhang, Z.; Castro, J.; Demodiva, N.; Lim, J.; Allard, G.; Running, S.W.; Semerci, A.; Cobb, N. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, 259: 660-684.
- Araque, E.; Moya, E.; Pulido, R. 1998. Primeros resultados de los trabajos de ordenación en los montes Navahondona y Guadahornillos (Sierra de Cazorla, Jaén). *Cuadernos de la SECF*, 6: 113-123.
- Araque Jiménez, E. 2009. Refundición de dominios y repoblación forestal en la porción andaluza de la cuenca del río Guadalentín. *Investigaciones Geográficas*, 48: 9-37.

- Arroyo, J.; Carrión, J. S.; Hampe A.; Jordano, P. 2004. La distribución de las especies a diferentes escalas espacio-temporales. En: Valladares, F. (ed.) *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, pp.: 27-67.
- Aspizua, R.; Bonet, F. J.; Zamora, R.; López-Onieva, M. R. 2015. Naturalización de pinares de repoblación: preparando el bosque para el cambio. En: Zamora, R.; Pérez-Luque, A.J.; Bonet, F. J.; Barea-Azcón, J. M.; Aspizua, R. (eds). *La huella del cambio global en Sierra Nevada: retos para la conservación*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Sevilla, pp. 162-166.
- Barba, D.; González-Martínez, S.; Ribeiro, M. M.; Agúndez, D.; Salvador, L.; Alía, R.; Gil, L. 2001. Variación genética de *Pinus pinaster* Ait.: aplicación a la identificación y caracterización del material forestal de reproducción (MFR). III Congreso Forestal Español, Granada, Volumen 5: 263-26.
- Bautista, S.; Gimeno, T.; Mayor, A. G.; Gallego, D. 2004. Los tratamientos de la madera quemada tras los incendios forestales. En: Vallejo, J.A., Alloza V.R. (eds). *La gestión del bosque mediterráneo*. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. pp. 547-570.
- Bellot, F. 1978. *El tapiz vegetal de la Península Ibérica*. Madrid: Herman Blume.
- Bennett, K.D.; Tzedakis, P.C.; Willis, K.J. 1991. Quaternary refugia of north European trees. *Journal of Biogeography*, 18: 103-115.
- Blanco Castro, E. (et al). 1997. *Los Bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Editorial Planeta, Madrid, pp.: 381-388.
- Boissier, E. 1839-1845. *Voyage botanique dans le midi de l'Espagne pendant l'anne 1837*. Gide, París.
- Botella, J. V.; Mateo Sanz, G. 1998. Referencias etnobotánicas en la obra de Clemente "Historia Civil, Natural y Eclesiástica de Titaguas", *Flora Montiberica*, 57: 24-30.
- Bravo Oviedo, A.; Montero, G.; Río, M. 2004. Site index curves and growth model for Mediterranean maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) in Spain. *Forest Ecology and Management*, 201: 187-197.
- Burban, C.; Petit, R.J.; Carcreff, E.; Jactel, H. 1999. Rangewide variation of the maritime pine bast scale *Matsucoccus feytaudii* Duc. (Homoptera: Matsucoccidae) in relation to the genetic structure of its host. *Molecular Ecology* 8: 1593–1602.
- Burban, C.; Petit, R.J. 2003. Phylogeography of maritime pine inferred with organelle markers having contrasted inheritance. *Molecular Ecology*, 12: 1487–1495.
- Burgos, G.; Rodrigo, M.E.; Pérez-Laorga, E.; Sabater, M. 2006 Prospección y estudio de *Matsucoccus feytaudi* Duc. y sus enemigos naturales en la Comunidad Valenciana. *IV Congreso Forestal Nacional*.
- Caballero Gómez, M.; Pérez Sánchez, L. F. 2007. Primera Revisión del Proyecto de Ordenación del Monte "Caballeras" (CO-11008-JA), situado en el T. M. de Espiel. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Sevilla.
- Cabeza de Vaca, R.; Novo Estébanz. C. 2007. Proyecto de restauración de montes públicos afectados por el incendio en la vertiente suroriental de Sierra Nevada, Septiembre 2005, Granada.
- Cabezudo, B.; Nieto, J. M.; Pérez Latorre, A. 1989. Contribución al conocimiento de la vegetación edafófila serpentínicola del sector Rondeño (Málaga). *Acta Botánica Malacitana*, 14:291-293.
- Camarero, J. J.; Corcuera, L.; Peñuelas, J.; Gil-Pelegrín, E. 2004. Cambio global y decaimiento del bosque. En: F. Valladares (ed.). *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, pp. 397-423
- Camarero, J. J.; Sangüesa Barreda, G.; Alía, A. Q.; González de Andrés, E.; Maestro Martínez, M.; Vicente Serrano, S. M. 2012. Los precedentes y las respuestas de los árboles a sequías extremas revelan los procesos involucrados en el decaimiento de bosques mediterráneos de coníferas. *Ecosistemas*, 21: 22-30.
- Cano García, G. 1990, *Baza, 1752 según las Respuestas Generales del Catastro de Ensenada*. Editorial Tabapress, Madrid.
- Cano, L. Castillo, A.; De la Hoz, F. M.; Cabrera, M. 1998-. Ordenación de nueve montes de la zona del Marquesado en el Parque Natural de Sierra Nevada, Granada. *Cuadernos de la SECF*, 6: 215-236.
- Carrión, J. S.; Navarro, C.; Navarro, J.; Munuera, M. 2000. The distribution of cluster pine (*Pinus pinaster*) in Spain as derived from palaeoecological data: relationships with phytosociological classification. *The Holocene*, 10: 243-252.
- Carrión, J.S.; Munuera, M.; Dupré, M.; Andrade, A. 2001. Abrupt vegetation changes in the Segura mountains of southern Spain throughout the Holocene. *Journal of Ecology*, 89: 783–797.
- Carrión, J. S. 2002. Patterns and processes of Late Quaternary environmental change in a montane region of southwestern Europe. *Quaternary Science Reviews*, 21: 2047-2066.

- Castro, J.; Navarro, R.; Guzmán, J. R.; Zamora, R.; Bautista, S. 2009. ¿Es conveniente retirar la madera quemada tras un incendio? Una práctica forestal poco estudiada. *Quercus*, 281:34-41.
- Castro, J.; Marañón Jiménez, S.; Sánchez Miranda, A.; Lorite, J. 2010. Efecto del manejo de la madera quemada sobre la regeneración forestal post-incendio: desarrollo de técnicas blandas de restauración ecológica. En: Ramírez L, Asensio B, editores. *Proyectos de investigación en parques nacionales 2006-2009*. Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino, Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Madrid. pp. 139-157.
- Castro, J.; Leverkus, A.; Guzmán, J. R. 2015. Técnicas blandas para la restauración de zonas quemadas en ambientes mediterráneos. En: Herrero, A.; Zavala, M.A. (Ed.) *Los Bosques y la Biodiversidad frente al Cambio Climático: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación en España*. Madrid, pp. 595- 604.
- Castro, J.; Leverkus, A. B.; Navarro, J.; Guzmán, J. R. 2016. Qué hacer con los árboles quemados tras un incendio forestal. *Quercus*, 366: 32-38.
- Castroviejo, S.; Laín, M.; López, G.; Montserrat, P.; Muñoz, F.; Paiva, J.; Villar, L. 1986. Flora Iberica. *Pinus pinaster*. Vol. I, CSIC, Madrid, pp.: 168-74.
- Ceballos, L.; Martín Bolaños, M. 1930. *Estudio sobre la vegetación forestal de la provincia de Cádiz*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias Madrid.
- Ceballos, L.; Vicioso, C. 1933. *Estudio sobre la vegetación y la flora forestal de la provincia de Málaga*. Instituto Forestal e Investigaciones y Experiencias, Madrid.
- Ceballos, L. 1933. Sobre la habitación caliza del *Pinus pinaster* Sol, Los pinares de Sierra Almijara. *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural*, 33: 17-23.
- Ceballos, L. 1958 *Selvicultura mediterránea*. Unisylva.
- Ceballos, L. 1959. Pasado y presente del bosque en la región mediterránea. *Montes*, 90: 587-596.
- Ceballos, L. 1966. *Mapa forestal de España*. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- Charco García, J. 2016. *Evolución histórica de los bosquetes en Sierra Madrona y Valle de Alcudia (Ciudad Real) y dinámica del pinar relicto de Navalmanzano*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, pp. 117-1178.
- Consejería de Medio Ambiente. 2004. Plan Técnico de Ordenación del Monte "Baldíos de Almonaster", HU-30001-CCAY", en la provincia de Huelva, Sevilla.
- Consejería de Medio Ambiente. 2005. Plan Técnico de Ordenación de "Montes de Tolox, MA-50018-CCAY" en la provincia de Málaga, Sevilla.
- Consejería de Medio Ambiente. 2006. Proyecto de Ordenación del Monte "Sierra y Pinar" (MA-10030-JA). Sevilla.
- Criado, M.; Alloza Morga, E.; Fariña Mara, J. M.; Navarro Gómez-Menor, J.; Carrasco Gotarredona, M. D. 2009. Primera Revisión del Proyecto de Ordenación de Montes propiedad del Ayuntamiento de Jerez del Marquesado. Granada. Consejería de Medio Ambiente.
- Cordóniú, R. 1906. Lluvias en septiembre de 1906 en la división hidrológico-forestal del Segura. *Revista de Montes*, 717: 661-669 y 718: 693-701.
- Costa, M. 1974. Estudio fitosociológico de los matorrales de la provincia de Madrid. *Anales del Instituto Botánico Cavanilles*, 31, 225-315.
- Cuatrecasas, J. 1929. *Estudios sobre la flora y la vegetación del macizo de Mágina*. Museo de Ciencias Naturales, Barcelona.
- Devesa Alcaraz J. A.; Viera Benítez, M. C. 2001. *Viajes de un botánico sajón por la Península Ibérica. Heinrich Moritz Willkomm (1821-1895)*. Universidad de Extremadura, Cáceres.
- De Benito, N. 2000. Proyecto de Ordenación del monte Sierra Bermeja de Jubrique. Málaga.
- De la Hoz Rodríguez, F. 1996. Proyecto de Ordenación de los Sistemas forestales de nueve montes de la zona del Marquesado en el Parque Natural Sierra Nevada (Granada), Consejería de Medio Ambiente, Granada.
- Dopazo González, C.; Pérez-Laorga Arias, E. M. 2000. Localización, en la provincia de Valencia, de *Matsucoccus feytaudi* Duc en masas en las que se ha detectado debilitamiento progresivo de *Pinus pinaster*. Informes técnicos. Plagas y Patología Forestal 1/2000. Conselleria de Medio Ambiente. Generalitat Valenciana.
- Dopazo, C.; Pérez-Laorga, E.; Giménez, A. 2001. Presencia de la cochinilla del pino rodeno *Matsucoccus feytaudi* Duc. en la Comunidad Valenciana. Informes técnicos. Plagas y Patología Forestal 1/2000. Conselleria de Medio Ambiente. Generalitat Valenciana.
- Fernández Cancio, A.; Navarro Cerrillo, R. M.; Sánchez Salguero, R.; Fernández Fernández, R.; Manrique Menéndez, E. 2011. Viabilidad fitoclimática de las repoblaciones de pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) en la Sierra de los Filabres (Almería). *Ecosistemas*, 20: 124-144.

- Fernández, C.; Vega, J. A.; Fontúrbel, M. T.; Jiménez, E.; Pérez Gorostiaga, P. 2008. Effects of wildfire, salvage logging and slash manipulation on *Pinus pinaster* Ait. recruitment in Orense (NW Spain). *Forest Ecology and Management*, 225: 1294-1304.
- Fernández Rebollo, P.; Navarro Cerrillo, R.M.; Del Valle Murillo, G. 2001. Estudio de la regeneración post-incendio en masas de *Pinus pinaster* en Andalucía. III Congreso Forestal Español.
- Ferrandis, P.; De las Heras, J.; Martínez Sánchez, J. J.; Herranz, J. M. 2001. Influence of a low- intensity fire on a *Pinus pinaster* Ait. forest seed bank and its consequences on the early stages of plant succession. *Israel Journal of Plant Sciences*, 49 (2): 105-114.
- Figueiral, I. 1995: Charcoal analysis and the history of *Pinus pinaster* (cluster pine) in Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 89, 441-54.
- Franco, F.; García-Antón, M.; Maldonado, J.; Morla, C.; Sainz, H. 2001. The Holocene history of Pinus forests in the Spanish northern Meseta. *The Holocene*, 11: 343-358.
- Gandullo, J. M.; Sánchez Palomares, O. 1994. *Estaciones ecológicas de los pinares españoles*. ICONA, Madrid.
- García Abejón, J. L.; Gómez Loranca, J. A. 1989. *Tablas de producción de densidad variable para "Pinus pinaster Ait." en el Sistema Central*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Madrid.
- Gil, L.; Gordo, J.; Alía, R.; Catalán, G.; Pardos, J. A. 1990. *Pinus pinaster* Aiton en el paisaje vegetal de la Península Ibérica. *Ecología*, 1: 469-495.
- Gil, L. 1991. Consideraciones históricas sobre *Pinus pinaster* Aiton en el paisaje forestal de la Península Ibérica. *Estudios Geográficos*, 202: 5-27.
- Gil, L.; López, R.; García Mateos, A.; González Doncel, I. Seed provenance and fire related traits of *Pinus pinaster* in central Spain. *International Journal of Wildland Fire*, 18: 1003-1009.
- Gómez-Aparicio, L.; García-Valdés, R.; Ruiz-Benito, P.; Zavala, M.A. 2011. Disentangling the relative importance of climate, size and competition on tree growth in Iberian forests: implications for management under global change. *Global Change Biology*, 17: 2400-2414.
- Gómez Mendoza, J.; Mata Olmo, R. 2006. Paisajes forestales españoles y sostenibilidad. Tópicos y sostenibilidad. *Áreas. Revista internacional de Ciencias Sociales*, 25: 13-29.
- Gómez Mendoza, J.; Mata Olmo, R. 2006. Paisajes forestales españoles y sostenibilidad. Tópicos y sostenibilidad. *Áreas. Revista internacional de Ciencias Sociales*, 25: 13-29.
- Gómez Mendoza, J.; Mata Olmo, R. 2002. Repoblación forestal y territorio (1940-1971). Marco doctrinal y estudio de la Sierra de los Filabres (Almería). *Ería*, 58: 129-155.
- Gutiérrez, A.; Díez, M. J.; Nebot, M.; Celis, M. 1997. Nuevas aportaciones al estudio polínico del Parque Natural de los Alcornocales (Cádiz, Sur de España). *Acta Botánica Malacitana*, 22: 123-130.
- Guzmán Álvarez, J. R.; Navarro cerrillo, R. M.; Contreras Mira, I. 2005. Efecto de la retirada de madera sobre la regeneración de pino resinero (*Pinus pinaster*) tras un incendio en la Sierra de Cazorla. En: *IV Congreso Forestal Español. CD de Ponencias y Comunicaciones. Sociedad Española de Ciencias Forestales*, Zaragoza.
- Guzmán Álvarez, J. R.; Venegas Troncoso, J.; Seseña Rengel, A.; Sillero Almazán, M. L.; Rodríguez Álvarez, J. A. 2012. *Biomasa forestal en Andalucía. Modelo de existencias, crecimiento y producción. Coníferas*. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, Sevilla.
- Guzmán Álvarez, J. R.; Montero Herranz, R.; Morales Mesa, I. (coord). 2012. *Biomasa forestal en Andalucía. 2. Procesos de extracción y costes*. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, Sevilla.
- Guzmán Álvarez, J. R.; Seseña Rengel, A.; Venegas Troncoso, J.; Sillero Almazán, M. L.; Rodríguez Álvarez, J. A. 2013. Autoecología de las principales especies de Pinus en Andalucía. VI Congreso Forestal Español, Vitoria-Gasteiz.
- Guzmán Álvarez, J.R.; González Seco, J.; Toledo Zapata, G.; Jiménez Maldonado, R.; Artacho Luque, S.; López Martínez, A.M.; Manjarín Calvo, A.; Muñoz González, F.; Román González, J.; Ortiz Teruel, V.; López Quintanilla, J. B.; Vázquez Mora, A.; Catalina Mimendi M.A. 2017. Seguimiento de la regeneración natural de pino resinero (*Pinus pinaster*) en el área incendiada de Ojén-Coín (provincia de Málaga). VII Congreso Forestal Español, Plasencia, Cáceres.
- Guzmán Álvarez, J. R. 2017. Biomasa forestal en Andalucía: un tiempo de oportunidades y alianzas. *Montes*, 129: 65-67.
- Guzmán Álvarez, J. R.; Gómez de Dios, M. A.; Muñoz Risueño, A.; Alguacil Pérez, F.; Nebot Sanz, B.; Cobos Aguirre, J.; Carrasco Gotarredona, A.; Rodríguez Reviriego, S.; Sánchez Callado, F. M.; Redondo Noval, J. A.; Ruiz, J. M.; Sánchez Anguita, A. 2019. La cochinilla corticícola *Matsucoccus feytaudi* Ducasse, 1941 y su papel en el decaimiento de *Pinus pinaster* Aiton en el Parque Natural de la Sierra de Baza, 2017 (Granada, Andalucía, España). *IV Reunión Científica de Sanidad Forestal*, SECF, Huelva.

- Illanes Peña, P.; Badillo Valle, V. 2008. *Proyecto de restauración forestal y paisajística del incendio del Puerto de "Las Palomas", términos municipales de Cazorla y La Iruela*, Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas.
- Leverkus, A. B.; Puerta Piñero, C.; Guzmán Álvarez, J. R.; Navarro, J.; Castro, J. 2012. Post-fire salvage logging increases restoration costs in a Mediterranean mountain ecosystem. *New Forests*, 43: 601-613.
- Lindenmayer, D. B.; Burton, P. J.; Franklin, J. F. 2008. *Salvage logging and its ecological consequences*. Island Press, Washington.
- Lloret, F. 2012. Vulnerabilidad y resiliencia de los ecosistemas terrestres frente a episodios extremos de sequía. *Ecosistemas*, 21: 85-90.
- López Almansa, J. C. 1999. Aprovechamientos forestales y evolución de la vegetación en el Macizo de Segura. *Cuadernos de la S.E.C.F.*, 8: 67-74.
- López Almansa, J. C.; Morla, C.; Gómez Manzanque, F. 2001. Caracterización ambiental de los pinares de pino rodeno (*Pinus pinaster* Ait.) en el Alto Guadalquivir (Jaén). *III Congreso Forestal Español*, Granada, pp. 100-106.
- López García P.; López Sáez J.A. 1996. Degradación antrópica de la vegetación de sierra Mágina (Jaén) durante el Holoceno reciente. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 6: 11-20.
- Lorite, J. 2001. La vegetación de Sierra Nevada. In: G. Blanca (ed.): *Flora amenazada y endémica de Sierra Nevada*. Universidad de Granada. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, pp. 40-42.
- Losa España, T.; Ricas Goday, S. 1968. Estudio florístico y geobotánico de la provincia de Almería. *Archivos del Instituto de Aclimatación*, XIII: 9-111.
- Madrigal, J.; Hernando, C.; Martínez Herranz, E.; Guijarro, M.; Díez, C. 2005. Regeneración post-incendio de *Pinus pinaster* Ait.: modelos descriptivos de los factores influyentes en la densidad inicial y la supervivencia. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, 14 (1): 36-51.
- Madrigal, J.; Hernando, C.; Guijarro, M.; Díez, C.; Vega, J.A.; Pérez-Gorostiaga, P.; Fontúrbel, T.; Cuiñas, P. 2006. Situación de la regeneración post-incendio de *Pinus pinaster* Ait. en España. *Montes*, 85: 27-34.
- Madrigal, J.; Vega, J.A.; Hernando, C.; Fontúrbel, T.; Díez, R.; Guijarro, M.; Díez, C.; Marino, E.; Pérez, J.R.; Fernández, C.; Carrillo, A.; Ocaña, L.; Santos, I. 2009. Efecto de la corta a hecho y la edad de la masa en la supervivencia de regenerado de *Pinus pinaster* Ait. tras el gran incendio del Rodenal de Guadalajara. *V Congreso Forestal Español*, Ávila.
- Madrigal, J.; Hernando, C.; Guijarro, M. 2011. El papel de la regeneración natural en la restauración tras grandes incendios forestales: el caso del pino negral. *Boletín del CIDEU*, 10: 5-22.
- Madrigal-González, J.; Zavala, M. A. 2014. Competition and tree age modulated last century pine growth responses to high frequency of dry years in a water limited forest ecosystem. *Agricultural and Forest Meteorology*, 192: 18-26.
- Martín Bolaños, M.; Vicioso, C. 1956. Estudio de razas y variedades en los pinos españoles. *Anales IFIE*, 1: 13-24.
- Martín Bolaños, M.; Vicioso, C. 1957. Estudio de razas y variedades en los pinos españoles. *Anales IFIE*, 2: 9-15.
- Mesa Garrido, M.A. 2016 Pinos autóctonos y conservación de montes en Andalucía. *Investigaciones Geográficas*, 65: 97-115.
- Mira, F. 1917. Trabajos realizados en la división hidrológico-forestal del Segura. *Revista de Montes*, 959: 3-11.
- Molero Mesa, J.; Pérez Raya, F. 1987. *La flora de Sierra Nevada. Avances sobre el catálogo florístico nevadense*. Universidad de Granada, Granada.
- Montero, G.; Pasalodos Tato, M.; López Senespleda, E.; Ruiz Peinado, R.; Bravo Oviedo, A.; Madrigal, G.; Onrubia, R. 2015. Modelos de silvicultura y producción de madera, frutos y fijación de carbono de los sistemas forestales de Andalucía. En: P. Campos y L. Díaz Balteiro (eds.). *Economía y silvicultura de los montes de Andalucía Memorias científicas de RECAMAN*. Volumen 1. Memoria 1.2. Editorial CSIC, Madrid, pp.: 153-396.
- Montero, G.; Ruiz Peinado, R.; Muñoz, M. 2005. *Producción de biomasa y fijación de CO2 por los bosques españoles*. Monografías INIA. Serie Forestal, 13. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid.
- Montoya Oliver, M. 1994. *Silvicultura mediterránea*. Editorial Mundi-Prensa, Madrid.
- Navarro Gómez-Menor, F. J.; Medina Achirica, J. 2009. La restauración hidrológico forestal del Marquesado del Zenete (Sierra Nevada). Crónica histórica. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 30: 297-304.
- Navarro Gómez-Menor, F. J.; Medina Achirica, J. 2009. "Antecedentes". En: Curros Criado, M.; Alloza Morga, E.; Fariña Mara, J. M.; Navarro Gómez-Menor, J.; Carrasco Gotarredona, M. D. *Primera revisión del Proyecto de Ordenación de Montes propiedad del Ayuntamiento de Jérez del Marquesado*. Granada. Consejería de Medio Ambiente, pp.: 2-21.
- Navarro, F. B.; Lorite, J.; Salazar, C. 1999. Estudio ecológico y florístico de la porción occidental de la Sierra de Las Estancias (Hinojora, Madroñal y Sierra de Lúcar). *Monografías de Flora y Vegetación Béticas*, 11: 5-109.

- Navarro Cerrillo, R. M.; Varo, M. A.; Lanjeri, S.; Hernández-Clemente, R. 2007. Cartografía de defoliación en los pinares de pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) y pino salgareño (*Pinus nigra* Arnold.) en la Sierra de los Filabres. *Ecosistemas*, 16: 163-171.
- Navarro Cerrillo, R. M.; Sánchez-Salguero, R.; Manzanedo, R. D.; Camarero, J. J.; Fernández-Cancio, A. 2014. Site and age condition the growth responses to climate and drought of relict *Pinus nigra* Subsp. *salzmannii* populations in Southern Spain. *Tree-ring Research*, 70: 145-155.
- Navarro Cerrillo, R. M.; Sánchez-Salguero, R.; Herrera, R.; Ceacero Ruiz, C. J.; Moreno-Rojas, J. M.; Manzanedo, R. D.; López-Quintanilla, J. 2016. Contrasting growth and water use efficiency after thinning in mixed *Abies pinsapo* - *Pinus pinaster* - *Pinus sylvestris* forests. *Journal of Forest Science*, 62: 53-64.
- Navarro Domínguez, M.; Márquez Rodríguez, I. Sánchez Lancha, A. 2001. *Árboles singulares de Andalucía. Almería*. Consejería de Medio Ambiente, Sevilla.
- Pérez Luque, A.J.; Bonet, F. J.; Zamora, R.; Barea-Azcón, J. M.; Aspizua, R.; Sánchez-Gutiérrez, F. J. 2016. Señales del cambio global en el sitio LTER - Sierra Nevada. *Ecosistemas*, 25: 6-71.
- Nicolás, A.; Gandullo, J. M. 1967. *Ecología de los pinares españoles. I. Pinus pinaster* Ait. IFIE, Madrid.
- Oliet, J. A.; Abellanas, B.; Cuadros, S.; Hidalgo, I., 1998. Aplicación del método de ordenación por cantones a las repoblaciones artificiales en Sierra Morena. *Cuadernos de la SECF*, 6, 141-152.
- Olmedo Cobo, J. A. 2012. Bosques relictos de *Pinus sylvestris* L. en la Sierra de Baza (provincia de Granada, España): análisis y cartografía del estado actual de la vegetación, *Cuadernos geográficos*, 50: 37-61.
- Olmedo Cobo, J. A.; Cunilla Artigas, R.; Gómez Zotano, J.; Pardo Martínez, R. 2019. Aportaciones del análisis pedoantracológico al conocimiento paleoecológico de *Pinus pinaster* en el sur de España: el caso de Sierra Bermeja. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 80, 2667, 1–34. <http://dx.doi.org/10.21138/bage.2667>
- Pérez Latorre, A. V.; Galán de Mera, A.; Navas, P.; Navas, D.; Gil, Y.; Cabezudo, B. 1999. Datos sobre la flora y vegetación del Parque Natural de los Alcornocales (Cádiz-Málaga, España). *Acta Botanica Malacitana*, 24: 133-184.
- Pérez Latorre, A. V.; Navas Fernández, D.; Gavira, O.; Caballero, G.; Cabezudo, B. 2004. Vegetación del Parque Natural de las Sierras Tejeda, Almijara y Alhama (Málaga-Granada, España). *Acta Botanica Malacitana*, 29: 117-190.
- Pérez Latorre, A. V.; Cabezudo, M. N. 2009. *Pinus* L. En: G. Blanca, B. Cabezudo, M. Cueto, C. Fernández López y C. Morales Torres (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Oriental* 1: 80-82. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Pérez Latorre, A.V.; Hidalgo Triana, N.; Casimiro Soriguer, F.; Cabezudo, B. 2013. Flora y vegetación serpentínica ibérica: Sierras de Alpujata y de la Robla (Málaga, España), *Lagascalia*, 33: 43-74.
- Prados, F. 1930. *Informe. Estudio de la cuenca del río Monachil*. 5ª División Hidrológico-forestal del Guadalquivir.
- Prieto. Recio, C.; Martín-García, J.; Bravo, F.; Díez, J. J. 2015. "Unravelling the associations between climate, soil properties and forest management in *Pinus pinaster* decline in the Iberian Peninsula", *Forest Ecology and Management*, 356: 74-83.
- Quèzel, P.; Barbero, M. 1990. Les forêts méditerranéennes. Problemes poses par leur signification historique, écologique et leur conservation. *Acta Botanica Malacitana*, 15: 145-178.
- Ríos, M.; López, E.; Montero, G. 2006. *Manual de gestión para masas procedentes de repoblación de Pinus pinaster Ait., Pinus sylvestris L. y Pinus nigra Arn. en Castilla y León*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Castilla y León.
- Rivas Goday, S. 1941. *Contribución al Estudio de la Vegetación y Flora de la Provincia de Granada. Excursión Botánica a Sierra de Baza y Zújar*. Discurso leído por el Dr. D. Salvador Rivas Goday en la sesión pública del día 3 de marzo de 1941 para ser recibido como Académico de Número. Recuperado de <http://www.analesranf.com/index.php/discurso/article/view/1118/1134>
- Rivas Martínez, S. 1987. *Memoria del mapa de Series de Vegetación de España*. ICONA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Rodríguez Martínez, N.; Bordas, P.; Piñeiro, J.; García de Castro, N.; Martín, P.; Méndez, M. 2013. Meta-análisis de los efectos de la retirada de la madera quemada sobre la regeneración de los bosques mediterráneos: un paso hacia una gestión basada en la evidencia. *Ecosistemas*, 22(1):71-76.
- Rodrigo, E.; Catalá-Oltra, M.; Pérez-Laorga, E.; Baena, M. 2013. Monitoring of *Matsucoccus feytaudi* (Hemiptera: Matsucoccidae) and its natural enemies in Spain using sticky and tapes and pheromone traps. *European Journal of Entomology*, 110: 301-310.
- Rodríguez Vallejo, C.; Navarro Cerrillo, R. M. 2019. Contrasting response to drought and climate of planted and natural *Pinus pinaster* Aiton forests in Southern Spain. *Forest*, 10, 603, doi:10.3390/f10070603
- Romero Ortiz, M. 2007. *Proyecto de actuaciones Naturalización y diversificación de pinares en el monte "Dehesa del Calvario", P. N. de Sierra Nevada*. Consejería de Medio Ambiente, Sevilla.

- Roque Julio Rodríguez, Rafael Serrada, José A. Lucas, Reyes Alejano, Miren del Río, Enrique Torres, Alejandro Cantero. 2008. Selvicultura de *Pinus pinaster* Ait. subsp. *mesogeensis* Fieschi & Gaussen. En: R. Serrada, G. Montero, J. A. Reque. Compendio de Selvicultura Aplicada en España, INIA, Madrid, pp. 399-430.
- Rosúa Campos, J.L.; López de Hierro Pérez, L.; Martín Molero, J. C.; Serrano Bernardo, F. A.; Sánchez Lancha, A. 2001. *Procedencias de las especies vegetales autóctonas utilizadas en restauración de la cubierta vegetal*. Tomo II. Consejería de Medio Ambiente, Sevilla.
- Ruiz Benito, P.; Álvarez-Uria, P.; Zavala, M. A., 2009. 9540. Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos. En: VV.AA. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- Ruiz de la Torre, J. 2006. *Flora Mayor*. Organismo Autónomo Parques Nacionales-Dirección General para la Biodiversidad, Madrid, pp.: 195-204.
- Salvador, M. L.; Seisdedos, M. T.; Alía, R.; Gil, L. 1997. Estudio de la variabilidad genética en doce poblaciones naturales de *Pinus pinaster* con marcadores isoenzimáticos. *Cuadernos de la SECF*, 5: 119-124.
- Salvador, L.; Alía, R.; Agúndez, D.; Gil, L. 2000. Genetic variation and migration pathways of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait) in the Iberian Peninsula. *Theoretical and Applied Genetics*, 100: 89-95.
- Sánchez Gómez, P., Carrión, J.S., Jordán, J.; Munuera, M. 1995: Aproximación a la historia reciente de la flora y vegetación en las Sierras de Segura Orientales. *Albasit*, 36, 87–111.
- Sánchez-Salguero, R.; Navarro-Cerrillo, R. M.; Camarero, J. J.; Fernández-Cancio, A. 2010. Drought-induced growth decline of Aleppo and maritime pine forests in south-eastern Spain. *Forest System*, 19: 458-469.
- Sánchez Salguero, R.; Navarro Cerrillo, R.M.; Swetnam, T.W.; Zavala, M.A. 2012. Is drought the main decline factor at the rear edge of Europe? The case of southern Iberian pine plantations. *Forest Ecology and Management*, 271: 158-169.
- Sánchez-Salguero, R.; Navarro-Cerrillo, R. M.; Camarero, J. J.; Fernández-Cancio, A. 2012. Selective drought-induced decline of pine species in Southeastern Spain. *Climatic Change*, 113: 767-785.
- Sánchez Salguero, R.; Navarro-Cerrillo, R.M.; Camarero, J. L.; Fernández-Cancio, A.; Swetnam, T. W.; Zavala, M. A. 2012. Vulnerabilidad frente a la sequía de repoblaciones de dos especies de pinos en su límite meridional en Europa. *Ecosistemas*, 21: 31-40.
- Sánchez Salguero, R.; Navarro Cerrillo, R. M. 2015. La sequía y la gestión histórica como factores del decaimiento forestal en poblaciones de *Pinus sylvestris* y *P. nigra* en el sur peninsular En: A. Herrero y M. A. Zavala (eds.) *Los Bosques y la Biodiversidad frente al Cambio Climático: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación en España*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, pp.: 271-282.
- Sánchez-Salguero, R., Camarero, J.J., Rozas, V., Génova, M., Olano, J.M., Arzac, A., Gazol, A., Caminero, L., Tejedor, E., de Luis M., and Linares, J.C. 2018. Resist, recover or both? Growth plasticity in response to drought is geographically structured and linked to intra-specific variability in *Pinus pinaster*. *Journal of Biogeography*. DOI: 10.1111/jbi.13202.
- Sangüesa-Barreda, G.; Camarero, J. J.; Oliva, J.; Gazol, A. 2015. Past logging, drought and pathogenic interact at forest die-back. *Agriculture and Forest Management*, 208: 85-94.
- Schvester, D.; Ughetto, F. 1986. Différences de sensibilité à *Matsucoccus feytaudi* DUC (Homoptera: Margarodidae) selon les provenances de pin maritime (*Pinus pinaster* AT). *Ann. Sci. For.*, 43: 459-474.
- Serrada, R.; Aroca, M. J.; Roig, S.; Bravo, A.; Gómez, V. 2011. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector forestal. Notas sobre gestión adaptativa de las masas forestales ante el cambio climático*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- Seseña Rengel, A. 2006. *Proyecto de actuaciones Restauración de hábitat, naturalización de pinares en la provincia de Jaén*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Seseña, A. 2010. *Proyecto de actuaciones Naturalización de pinares de la provincia. Término municipal de Cardeña*, Consejería de Medio Ambiente.
- Simpson, M.; Ojeda, F. 2010. *Pinus pinaster* en las sierras del Aljibe y del Campo de Gibraltar: ¿especie nativa o cultivo forestal?. *Almoraima*, 40: 113-122.
- Soares Barreto, J. 1995. *Povoamentos jardinados. Instrumento para a sua gesto*. Publicações Ciência e Vida. Lisboa (no consultado).
- Soria, S.; Moreno, M.; Viñuela, E.; Del Estal, P. 2000. Principales cochinillas en los pinos españoles. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 26: 335-348.

- Sotomayor Palma, E.; Jiménez Martín, M. E. 2012. Proyecto de 7ª Revisión y 8º Plan Especial de la Ordenación del monte "Navahondona, JA-10001-JA" en el T.M. de Cazorla, provincia de Jaén. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.
- Tapias, R.; Gil, L. 2000 Adaptación reproductiva de las especies forestales ante el fuego. En: R. Vélez (ed). *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y Experiencias*. Editorial McGraw-Hill. Madrid, pp. 436-466.
- Valle, F. 1985. La vegetación del macizo Segura-Cazorla. *Anuario del Adelantamiento de Cazorla*, 26-27: 113-128
- Valle Tendero, F.; Gómez Mercado, J. F.; Mota Poveda, J. F.; Díaz de la Guardia, C. 1989. *Parque Natural de Cazorla, Segura y Las Villas. Guía botánico-ecológica*, Editorial Rueda, Madrid.
- Valle Tendero, F. 2004. *Datos botánicos aplicados a la gestión del medio natural andaluz II. Series de vegetación. Modelos de Restauración Forestal*, volumen II. Consejería de Medio Ambiente.
- Vega Hidalgo, J. A. 1999. Historia del fuego de *Pinus pinaster* y *Abies pinsapo* en la cara norte de Sierra Bermeja (Málaga): 1817-1997. Incendios históricos. Una aproximación multidisciplinar, Baeza, UNIA, pp 279-312.
- Vega, J. A.; Hernando, C.; Madrigal, J.; Pérez Gorostiaga, P.; Guijarro, M.; Fontúrbel, T.; Cuiñas, P.; Martínez, E.; Fernández, C. 2005. Regeneración de *Pinus pinaster* Ait. tras incendios forestales y medidas selvícolas para favorecerla. En: *IV Congreso Forestal Español*. CD de Ponencias y Comunicaciones. Sociedad Española de Ciencias Forestales, Zaragoza
- Vega, J. A.; Madrigal, J.; Fontúrbel, T.; Hernando, C.; Pérez, J. R.; Guijarro, M.; Fernández, C.; Díez, C.; Marino, E.; Carrillo, A.; Ocaña, L.; Santos, I. 2009. Efecto de la severidad del incendio y la corta a hecho del arbolado sobre la supervivencia del regenerado de *Pinus pinaster* Ait. después del gran incendio del Rodenal de Guadalajara. *V Congreso Forestal Español*. Ávila 21-25 de septiembre de 2009.
- Venegas, J. 2017. *Proyecto de actuaciones de restauración en los terrenos afectados por la problemática del decaimiento de las repoblaciones de pinar en el Parque Natural de la Sierra de Baza*. Documento técnico. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Sevilla.
- Willkomm, M. 1847. *Granada y Sierra Nevada* (selección de Dos años en España y Portugal, 1847). Estudio de Joaquín Molero Mesa. Colección Sierra Nevada y la Alpujarra, Fundación caja Granada, 1997.
- Willkomm, M. 1882. *Las sierras de Granada*. Estudio preliminar de Joaquin Bosque Maurel. Colección Sierra Nevada y La Alpujarra, Fundación Caja Granda, 1993.
- Zamora, R.; Pérez-Luque, A.J.; Bonet, F. J.; Barea-Azcón, J. M.; Aspizua, R. (eds). 2015. *La huella del cambio global en Sierra Nevada: retos para la conservación*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Sevilla, pp. 162-166.



Foto1: Dunas continentales de Castilla y León. Foto: Javier Gordo.

Foto2: Pinares naturales de *P. pinaster* en Navaleno, (Soria) con subpiso de brezal de *Erica cinerea* y *E. vagans* sobre gravas del Wealdense, llamadas tradicionalmente "tierras pinosas", porque solo crían pinos.
Foto: Juan Andrés Oria de Rueda



Foto3: Incendio de Castrocontrigo (León) de 2012. Ardieron más de 8.000 ha de *P. pinaster*

7.- EL PINO NEGRAL O BRAVO, PINASTRE O PINA (PINUS PINASTER): UN ÁRBOL CON VALORES ECOLÓGICOS EXCEPCIONALES

Juan Andrés Oria de Rueda
Universidad de Valladolid, Palencia

A nivel mundial, nuestro pino negral (*Pinus pinaster*) se puede calificar como una conífera esencialmente ibérica, pues la práctica totalidad de sus existencias y distribución de su especie se concentra en la mayor parte de España y Portugal. Al estar incluida toda su diversidad genética en nuestras tierras se le puede calificar materialmente como un endemismo vegetal peninsular, por lo que su conservación debe ser prioritaria y más aún en la coyuntura actual de cambio climático, decaimiento forestal y graves amenazas por plagas (Prieto *et al.*, 2015). Todo ello y el elevado valor ecológico y económico de la especie resultan básicos para su sensata protección y mantenimiento.

Las poblaciones ibéricas de pino negral se caracterizan por una compleja variabilidad genética, con numerosos genotipos que muestran una adaptación muy acusada hacia condiciones ecológicas particulares de cada región, altitud, suelo....(Alía *et al.*, 2005; Salvador *et al.*, 2000). Demostrativo de ello es que nada menos que en España se han reconocido 28 regiones de procedencia o poblaciones locales de esta pinácea (Alía *et al.*, 1996). Pese a que las superficies totales de esta especie alcanzan las 700.000 ha en masas puras y 600.000 ha en mezcla con otros árboles, su futuro no está asegurado, pese a su enorme valor natural y socioeconómico.

Lo curioso es que en muchas zonas de España se ha logrado averiguar, gracias a la Arqueología y la Paleobotánica, que en la actualidad esta especie está menos extendida que hace dos milenios, como en el caso del valle del Tajo en las provincias de Toledo y Cáceres, o el Bierzo leonés, debido a la fuerte reducción de su área regiones de cultura minera, agraria o ganadera. Por ejemplo, las villas romanas del entorno de Talavera de la Reina o los yacimientos vacceos cercanos a Valladolid indican una mayor presencia de este pino en la comarca. En la misma demarcación de Monfragüe, el pino negral era mucho más frecuente hace siglos que en la actualidad. El académico y profesor Luis Gil ha hecho un seguimiento de la presencia natural de este pino hispánico y ha comprobado plenamente su carácter autóctono y natural en España (Gil, 2008).

1.- Campeón en fijación de carbono

La cantidad de carbono fijado en el vuelo de la masa y el suelo por una masa de pinaster es muy destacada, imbatible cuando se trata de dunas arenosas o terrenos areniscos o graníticos en donde suele crecer la especie. Este árbol frugal, de gran productividad biológica y muy acelerado metabolismo, crece rápidamente ya desde los primeros años de vida alcanzando elevada altura y diámetro. En ambientes litorales y zonas bajas y en climas de otoños suaves es frecuente que se formen dos anillos de crecimiento en un solo año. Esto tiene lugar incluso en suelos increíblemente pobres, materialmente estériles, como los formados sobre areniscas y arenas, prácticamente sin nutrientes, contribuyendo a la restauración de los terrenos pobres. Pero de modo oculto estas coníferas también desarrollan y acumulan una ingente cantidad de biomasa subterránea gracias a la inigualable potencia

de sus sistemas radicales. *Pinus pinaster* es el campeón entre todos los pinos españoles en cuanto a mayor sistema radical, con profunda raíz central y potentes raíces secundarias. Esta superioridad en el desarrollo y anclaje en el suelo ya fue dado a conocer desde hace mucho tiempo por los afamados dendrólogos y forestales españoles Máximo Laguna y Juan Ruiz de la Torre en sus obras.

El considerable volumen de materia viva del sistema radical del pino se ve acompañado de un gran contingente de micorrizas y micelio o sistema vegetativo de los hongos ectomicorrícicos que se asocian con las raíces incluso a gran profundidad y que perduran con gran estabilidad.

2.- Muy buscado por la fauna amenazada

Este árbol en España es muy utilizado como soporte de los nidos de muchas aves rapaces amenazadas, en mucha mayor proporción que otras especies leñosas ibéricas. Una serie de características del árbol explican esto. Por un lado, el peculiar carácter verticilado de su copa, con numerosas y semejantes ramas horizontales, con separación suficiente de los verticilos. Por otro, el carácter persistente de su follaje, elevada estabilidad frente al viento y su gran rectitud del fuste. El pino negral logra una elevada altura desde su juventud que permite la fácil instalación del nido, así como el acceso lateral o superior por parte de las grandes aves. Hay que tener en cuenta que este árbol alcanza en España entre 5 y 13 m de altura (y 10 a 15 cm de diámetro) a los 13 años de edad, momento en que ya se ocupa por los nidos de alcotanes, azores, gavilanes y ratoneros. Más adelante es muy buscado para este fin por águilas calzadas y culebreras, y finalmente por las águilas imperiales ibéricas y los grandes abantos o buitres negros. De hecho, el águila imperial ibérica elige y busca en Castilla y León al *Pinus pinaster* para instalar su nido pues la inmensa mayoría de sus 90 parejas en la comunidad autónoma ocupan esta conífera para nidificar. En comarcas castellanas donde *Pinus pinaster* resulta muy escaso las águilas imperiales buscan a esta especie, pese a tener otras estirpes arbóreas mucho más abundantes como *Pinus pinea* o *Quercus ilex*. Lo interesante es que la tasa reproductiva de las águilas imperiales en Castilla y León es la más exitosa de toda España, y mayor que en las regiones en las que estas emblemáticas rapaces nidifican en otras especies de árboles. Las propias águilas seleccionan y recogen ramas de este pino para aportarlas al nido por sus propiedades antiparasitarias efectivas. Es lo que el zoólogo navarro F. Purroy ha llamado “águilas curanderas” pero que se basa en estudios científicos realizados por investigadores que comprobaron el uso de las aromáticas ramas de pinaster para evitar los parásitos, moscas chupadoras capaces de matar a los pollos en el nido (Pleguezuelos *et al.*, 2008). Pero no es solamente una curiosidad. Este carácter antiparasitario de este pino hace que el mismo ambiente del pinar sea medicinal para las vías respiratorias de todos los animales que habitan el monte. Esta aplicación que podemos llamar “pinoterapia” está siendo aprovechada en la actualidad aunque ya se instalaron algunos sanatorios antituberculosos en España rodeados de pinares en áreas montañosas.

En la Sierra de Gata y Hurdes-Granadilla (Cáceres), como también en el Parque Nacional de Monfragüe, las colonias de buitre negro nidifican en los pinares de *Pinus pinaster* estando en la actualidad en elevada expansión respecto las que nidifican en *Quercus*. Existe un término llamado la Abantera en este parque nacional en donde perduró un pinar ocupado por esta emblemática ave hasta hace apenas 80 años. Pero no solamente el pino negral *Pinus pinaster* ofrece un sustrato apropiado. La gran cantidad de sustancias aromáticas de la resina natural poseen un valor medicinal que la fauna busca y aprovecha. Las abejas melíferas (*Apis mellifica ibérica*) son de las principales usuarias y tienen numerosas obreras “resineras” que recogen la miera de estos pinos para componer sus conocidos y medicinales propóleos, apreciadísimos en el mercado internacional.

3.- Capacidad de ocupación de terrenos muy pobres y rocosos

El pino negral es de los árboles más frugales de la flora forestal mundial pues posee una increíble capacidad de germinar y desarrollarse con rapidez en suelos descarnados y rocosos con una extrema escasez de nutrientes, especialmente en sustratos de areniscas, gneis, cuarcitas y granitos. En los rodinales (areniscas rojas del Buntsandstein) del Sistema Ibérico en Teruel, Cuenca, Guadalajara.... *Pinus pinaster*, que allí alcanza el nombre de pino rodeno es capaz de ser la única leñosa que sobrevive y desarrolla en abundancia en este paupérrimo sustrato. En el abulense Valle del Tiétar y otras zonas mediterráneas, tras la muerte de la vegetación tras fuertes sequías en los años 80, los pinos negrales ocupan terrenos que habían quedado dramáticamente desnudos, en donde la vegetación de encinas, escobas y brezos había muerto. Esta capacidad pionera es incontestable tras fuertes perturbaciones.

Tras las fuertes y continuadas sequías que se sufrieron en la Península Ibérica durante la década de los años 80 en numerosos lugares se llegó a la mortandad de la vegetación natural. Los encinares y escobales se habían secado en los cabezos de suelo superficial y terrenos convexos y pedregosos, sobre todo en zonas de arenales, rodinos y granitos de comarcas mediterráneas. Tras la mortandad, algunos parajes fueron ocupados por los enebros de la miera (*Juniperus oxycedrus*), ginebros o butos de forma espontánea, pero fueron los pinos negrales los que

lograron asentarse en esos difíciles lugares. Esta prodigiosa capacidad pionera, ligada a su asociación con hongos micorrícicos, la hemos observado en muy diversas zonas y supone uno de los valores naturales más destacados de la especie.

4.- La especie más micológica

La diversidad y producción de hongos silvestres asociada a *Pinus pinaster* es muy elevada e incluso podemos calificar a este árbol como el más productivo de hongos comestibles de los árboles silvestres españoles (Oria de Rueda, 2007). De hecho, es capaz de producir más de 300 kgs de setas comestibles/ha, muy por encima de otras especies de árboles, como otros pinos, robles, etc. Todo ello se puede realizar en equilibrio con la conservación de la diversidad y de la fauna pues la producción y aprovechamiento se concentra en otoño, cuando los animales y plantas soportan mejor el trasiego de los recolectores. El pino negral es una especie ectomicorrícica que se asocia desde muy pequeño con hongos de los géneros *Suillus*, *Lactarius*, *Laccaria*, *Hebeloma*, *Tricholoma*, *Rhizopogon*, *Tuber*, etc. Ya desde el primer año de vida puede producir hongos comestibles apreciados en el mercado, como los conocidos y muy buscados *Lactarius* (niscalos, rovelló, pinetell, micula, esnegorri, zizgorri, pinutela...). Desde su primera edad los pimpollos son capaces de una elevada y precoz producción de esta seta.

La casi totalidad de las repoblaciones forestales de *Pinus pinaster* que se realizaron en toda España en zonas desarboladas por parte del Patrimonio Forestal del Estado desde 1940 a 1970 se pusieron a producir en los primeros años grandes cantidades de *Lactarius* comestibles (especialmente *L. deliciosus*), que se trasportaban ya en los años 40 del siglo XX rumbo a los grandes mercados de Cataluña y Valencia, donde son especialmente apreciados. Esto también ocurrió en Portugal y en los pinares de Las Landas.

Dentro de los *Lactarius* de gran valor socioeconómico asociados a *Pinus pinaster* podemos resaltar que hay especies exquisitas como *Lactarius sanguifluus*, *Lactarius semisanguifluus*, *Lactarius vinosus*, etc, cada uno con un valor peculiar y elevado para la gastronomía y que pueden aparecer en los diversos parajes durante el otoño e invierno, posibilitando un aprovechamiento variado.

Cuando los pinos tienen más de 30 años ya pueden producir *Boletus edulis* y *Boletus pinicola* especies muy apreciadas en la alta gastronomía. En las comarcas donde existen estirpes serótinas de *Pinus pinaster* hemos comprobado que la producción de *Boletus pinicola* se adelanta notablemente hasta los 10 años de edad. Esto permite la producción comercial de *Boletus* en pinares jóvenes, con la ventaja de que el muy buscado *Boletus pinicola* es capaz de fructificar en primavera, desde marzo y abril, así como en verano y otoño.

Hay especies de trufas muy apreciadas en la actualidad que se producen asociadas a *Pinus pinaster*, como es el caso de *Tuber borchii* (bianchetto o trufa de marzo) que se produce asociado a los pinos en diversos terrenos. Incluso, hay viveros italianos y españoles que pueden suministrar planta micorrizada de pinos con esta trufa.

La gestión forestal y en particular, las claras benefician de modo muy destacado a la producción micológica, como han observado en varias regiones (Martínez de Aragón *et al.*, 2012).

Además de los valores productivos y recreativos de la producción micológica hay que reseñar la enorme cantidad de especies de hongos que se asocian a *Pinus pinaster*, muchos de ellos de valor medicinal y ecológico, habiendo numerosas especies raras y escasas que avalan el gran interés para la biodiversidad de esta especie de árbol. Por ejemplo, se han descubierto especies raras, como *Sarcodon amygdaliolens*, *Gyroporus ammophilus*, *Gyroporus cyanescens alba*, y otras estirpes de los géneros *Rhizopogon*, *Pisolithus*, *Amanita*, *Hygrophorus*, etc.

En época invernal también se producen cantidades considerables de setas comestibles asociadas a *Pinus pinaster* muy apreciados en los mercados internacionales como *Tricholoma terreum*, *Tricholoma portentosum*, *Hydnum repandum*, *Hydnum albidum*, *Albatrellus pescaprae*, etc.

5.- Bibliografía

- Alía R., Martín S., De Miguel J., Galera R., Agúndez D., Gordo J., Salvador L., Catalán G., Gil A. (1996). Regiones de procedencia *Pinus pinaster* Aiton. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid, 75 pp.
- Alía, R., S. C. González Martínez, L. Gil (2005). Diversidad genética de *Pinus pinaster* en la Península Ibérica: correlación entre isoenzimas y caracteres cuantitativos. Invest Agrar: Sist Recur For.
- Gil Sánchez, L. (2008). Pinares y rodeneles. La diversidad que no se ve. Real Academia de Ingeniería. Discurso de ingreso como académico. RAI. Madrid.
- López Sáez, J.A. , López Merino, L., Alba, F. & Carrión, J. (2010). Late Holocene ecological history of *Pinus pinaster* forests in the Sierra de Gredos of central Spain. Plant Ecology 206 (2):195-209

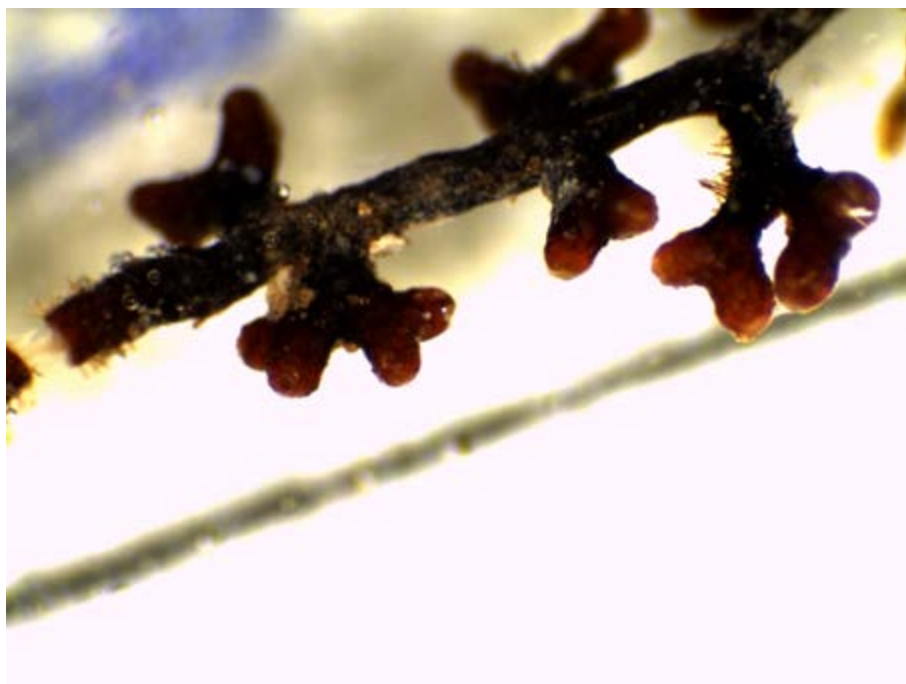
Martínez de Aragón, J., Henriques, R. Bonet, J.A. (2012). Quantificació de la producció i diversitat de bolets al Paratge d'Interès Nacional de Prades. A: Buqueras X, Llagostera J, Sancho, M., Saura, P. (Coords.): "Actes de les terceres jornades sobre el bosc de Poblet i les Muntanyes de Prades. Les polítiques de conservació del territori i la gestió del medi" (2010). Pp: 173-179. Paratge Natural d'Interès Nacional de Poblet. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. General de Catalunya. L'Espluga de Francolí.

Ontiveros, D., J. Caro & J. M. Pleguezuelos (2008). Green plant material versus ectoparasites in nests of Bonelli's Eagle. *Journal of Zoology* 274(1): 99 – 104.

Oria de Rueda, J.A. (Coord). (2007). Hongos y setas, tesoro de nuestros montes. Cálamo. Palencia.

Prieto-Recio, C., J Martín-García, F. Bravo Oviedo, JJ Diez Casero. (2015). Unravelling the associations between climate, soil properties and forest management in *Pinus pinaster* decline in the Iberian Peninsula. *Forest Ecology and Management* 356, 74-83

Salvador, L., R. Alía, D. Agúndez, L. Gil (2000). Genetic variation and migration pathways of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait) in the Iberian peninsula. *Theoretical and Applied Genetics* 100 (1): 89–95].



Raíz de *Pinus pinaster* con ectomicorrizas de *Boletus pinicola*



Claro quemado de *P. pinaster* con prodigioso regenerado. Valle del Tiétar.



Pinus pinaster relíctico en Sierra de Gredos, gracias al aislamiento en las pedreras frente a los incendios. Foto: Enrique Luengo Nicolau.



Nido de águila imperial ibérica (con tres pollos) sobre Pinus pinaster, emplazamiento preferido en Castilla y León para el nido, así como para muchas otras rapaces.



Nido de abanto o buitre negro en la Abantera (Serradilla, Monfragüe) sobre pino negral o pinu bravu en dialecto serradillano.



Gyroporus ammophilus, rara especie de dunas. Pinar negral de Coca (Segovia)



Cosecha de *Boletus pinicola* en pinares negrales higrófilos



Monfragüe. Pino negral espontáneo de crecimiento vigoroso en 4 años, cerca de alcornoque plantado, seco.



Monfragüe. Regeneración de *Pinus pinaster*.



Pinos resinados en Cuéllar



Repoblación de 50 años. Pinar negral en Guadalajara. Foto: Mayte Dolado

8.- MEJORA GENÉTICA FORESTAL EN AQUITANIA

Josu Azpitarte Andrinúa
Ingeniero de Montes
Baskegur

El mayor macizo de pino marítimo o negral (*Pinus pinaster*), con cerca de un millón de ha, se extiende al otro lado de la frontera hispano-francesa, en Las Landas de Aquitania.

En el marco del proyecto INTERREG SUDOE PLURIFOR (2016-2019), instituciones radicadas en el País Vasco como las Diputaciones Forales, USSE, Baskegur y HAZI Fundazioa han podido contactar y trabajar conjuntamente con sus homólogos franceses (EFIPant, CRPF, ONF, INRA y FCBA) con el objetivo de redactar diversos planes de contingencia ante riesgos forestales en la fachada atlántica.

En este marco de colaboración, en estos años se han podido organizar diversas visitas para conocer las medidas que se están tomando ante los principales riesgos forestales y con el fin de testar distintas especies forestales que podrían ser de interés en el futuro.

1.- Visita a Pierroton. Mejora genética forestal en Aquitania

El día 20 de mayo de 2019, una delegación de diferentes instituciones y organizaciones forestales de Euskadi fuimos recibidos en las instalaciones de Pierroton (Burdeos), donde desarrollan sus actividades diferentes organizaciones ligadas con la investigación, desarrollo y mejora forestal de Aquitania.

Nos mostraron algunos aspectos importantes en cualquier plan de mejora genética forestal, como son las técnicas de injertado, gestión de los viveros e instalación de huertos semilleros.

Es remarcable el esfuerzo conjunto de diferentes organizaciones para el desarrollo y mejora genética del pino marítimo, dentro del programa *Groupe Pin Maritime du Futur* (GPMF), en el que participan el Centro Regional de la Propiedad forestal, el CPFA, el instituto tecnológico FCBA y el INRA.



Los tres ejes principales de este programa son la creación varietal y ganancia genética, la integración de riesgos sanitarios y climáticos y la productividad.

En este marco de trabajo, desde 2011 se empezó a producir semilla con mejora genética (en vigor y forma) de 3ª generación y en 2025 se espera disponer ya de semilla de la 4ª generación de mejora.

El GPMF ha puesto en marcha una estrategia de renovación regular de huertos semilleros para garantizar la diversidad y ganancia genética que permita la producción de más de 40 millones de planta para reforestación de esta 4ª generación. Además de producir semillas procedentes de este plan de selección genética, se continuará con producción de la variedad híbrida de marítimo de Las Landas y marítimo de Córcega generada por polinización abierta.

2.- Técnica de injertado y vivero

Pierre Alazard y Jean-Yves Fraysse de FCBA explicaron las principales operaciones necesarias en el injertado y en el manejo en vivero de las plantas.

Para la realización de injertos de pino marítimo y de pino taeda, las púas se cortan en el mes de febrero y se conservan a 2°C, para injertar en el mes de mayo. Las púas se recogen con tiempo seco.



Durante el injertado, no necesitan realizar tratamiento fitosanitario, porque cicatriza bien, ayudado por la resina. El patrón se cultiva en contenedor de 4 litros y un año después del injerto, se planta en campo.

En el caso del pino marítimo, se puede hacer polinización controlada a partir de 4 años.

Los clones proceden de los cruzamientos del programa de mejora (procedencias corsas y landesas). Se evalúan las progenies obtenidas. Para la selección valoran 3 puntos por crecimiento, 2 por forma y 1 por otros factores de interés. Se eliminan los afectados por *Melampsora pinitorqua*. Se evalúa la matriz de datos del FCBA y de allí se eligen los mejores.

En el caso de las plantas madre de *Cryptomeria*, sólo se recogen las púas verticales, porque tienen memoria y generan pies torcidos y hasta 10 años de edad.

En el vivero también se pudieron observar plantas madre de *Eucalyptus gundal*, que es un híbrido obtenido de *E. gunni* y *E. darlympleana*. Este híbrido se está plantando en Aquitania por su resistencia al frío y buen crecimiento.

3.- Huerto semillero

El plan del GPMF para la producción de semilla de 4ª generación de mejora genética para 40 millones de planta al año para reforestación, requiere disponer de 250 ha de huertos instalados, de los cuales 150 ha estén en plena producción, dado que esperan una producción media de 16 kg de semilla/ha/año, sabiendo que el huerto será productivo entre los 8 y 25 años, con un óptimo de productividad a los 15 años.

Para ello, se ha planificado un ritmo de instalación de 10 ha por año, con un mínimo de 30 ha por huerto para limitar los efectos de contaminación polínica. Esta instalación se realizará según un calendario de establecimiento progresivo a largo plazo (entre 2016 a 2036) de materiales regularmente renovados.

El huerto semillero de Blagon que visitamos, está gestionado por la sociedad GAPP (*Graine d'Avenir Pinus Pinaster*), y está formado por las empresas Forelite, Planfor y Vilmorin, que lo están instalando y gestionarán de forma conjunta.



Siguiendo la planificación realizada, este huerto semillero de 30 ha, plantado a un ritmo de 10 ha/año, producirá semilla de 4ª generación de mejora genética de 40 clones seleccionados. La plantación de los clones se realiza con un marco de plantación de 6x7m y de forma aleatoria, pero evitando que haya 2 clones iguales contiguos para evitar la vecindad de los clones emparentados.

Antes de su comercialización, se mezclará toda la semilla, para ganar en variación genética y resiliencia.

A la semilla que se obtenga de este huerto se le denominará de 4.1 generación. Habrá que instalar otros 7 huertos semilleros (hasta la generación 4.8) para completar el plan con diferentes materiales de esta 4ª generación de mejora genética (en vigor/volumen y forma).

Los pinos tendrán un máximo de 15 m de altura y no está previsto podarlos de forma diferenciada, ni descabezarlos. La recogida de las piñas se realizará por trepa. El huerto se aprovecha entre 15 y 25 años. La producción media es de 15 kg de semilla/ha

En este momento estas empresas han empezado a comercializar planta con semilla de la 3ª generación de mejora genética, que no es suficiente para la demanda existente, por lo que también se continúa comercializando la de 2ª generación.

4.- Rodal semillero de *Pinus taeda*

Dentro de una propiedad de 1.500 ha se plantaron, en 1987, 4 ha de *P. taeda* (32 años) a partir de material proporcionado por FCBA de un Test de descendencia, con 100 proveniencias de las zonas más frías del norte de Carolina. Hay que tener en cuenta que en EEUU, de donde es originario el *P. taeda*, hay unos 12 Mha de esta especie, pero con una distribución muy extensa, por Miami, Texas, Virginia y Carolina, y, por tanto, con una amplia distribución climática y genética.



En lugar de realizar una corta a hecho, se ha realizado esta pasada primavera una fuerte clara, extrayéndose 400 m³/ha y respetando unos 150 pies/ha, seleccionados según forma y volumen para que pueda servir de huerto semillero. Es una transformación de ensayo de progenie en huerto semillero, mientras entra en producción el huerto semillero de clones que está previsto.

La producción de este rodal se sitúa entre 15 y 20 m³/ha/año (algo más que el P. marítimo), pero la calidad de su madera ha resultado menos densa y de menor resistencia mecánica que la del P. marítimo. Esta falta de calidad en la madera se produce sobre todo en la madera juvenil, cuya proporción es bastante importante.

En estos momentos, se plantan unas 2.000 ha/año de P. taeda en Aquitania, con tendencia creciente.



9.- EL MONTE ENSEÑA, SÓLO HAY QUE FIJARSE

Rafael Serrada Hierro
(Selección de las fichas: Alejandro Cantero)

Rafael Serrada, desde la cuenta de Twitter @RafaelSerrada1, ha publicado entre 2017 y 2019 numerosos tuits de temática forestal. Tienen interés tanto docente como divulgativo, por lo que se ha pensado recopilarlos en esta publicación.

Se ha realizado una selección de tuits, incidiendo especialmente en los referidos a *Pinus pinaster* y a Castilla-La Mancha, pero también se han incluido otros tuits relacionados y referidos a pinares y regiones semejantes. En Twitter todos esos tuits se pueden encontrar bajo la etiqueta #elMonteEnseña. Por otra parte, también se han recopilado agrupados por temas o bloques en el blog <http://almazcara.forestry.es/2017/12/el-monte-ensena-solo-hay-que-fijarse.html>.

Seguidamente, tal y como aparecen en ese *blog*, se presentan los tuits por temas, incidiendo especialmente en los más relacionados con *Pinus pinaster*: Silvicultura preventiva de incendios forestales, Regeneración tras incendio, Hidrología Forestal, Resinación y Caracteres culturales-Temperamento.

En cada ficha aparece la imagen (con sus textos explicativos) que ilustra el tema a tratar y, debajo, el texto incluido en el tuit (en algunos casos con enlaces a textos más amplios).



Regeneración tras incendio: El monte cambia. Hay que conocer su posible evolución bajo distintas alternativas de tratamiento. Aquí, regeneración natural tras incendio de fustal medio de pino rodeno con ayuda de siembras inmediatas al fuego. Todo correcto y tratamiento de clareo oportuno.



Claras: Tratamiento de mejora oportuno. Bien planificado (tiempo, peso, tipo y naturaleza) y bien ejecutado. Por una parte mejora la masa. Por otra parte aporta recursos para el desarrollo rural. Da empleo. Hay mucho por hacer.



Claras: Los tratamientos selvícolas, tanto de mejora como de regeneración, imitan y se anticipan a procesos naturales. La anticipación mejora la calidad y funcionalidad de las masas, aparte de controlar la combustibilidad.



En la ladera del fondo, donde se mantiene constancia de pendiente, clima y litofacies, se observa en el centro una línea de máxima pendiente que separa dos tipos de vegetación. Coincide con la separación de los términos municipales de Castilforte (izq) y Salmerón (dch). El monte 219 CUP (Castilforte) está poblado por una masa irregular de *Pinus nigra*. Complejidad estructural y alta biodiversidad. En este municipio hubo tradición de carpintería y resinación. El monte 221 CUP (Salmerón) está poblado por una masa de *Quercus faginea* en monte bajo regular. Simplificación estructural y dinámica estancada. En este municipio hubo tradición de actividad agrícola y mayor población que demandaba leñas. En ambos casos la actividad humana ha decaído mucho en los últimos 40 años. La antigua acción humana se sigue manifestando durante mucho tiempo.

Efecto del tratamiento en los montes: Dos montes con igual Estación, diferentes Especies, Estructura, Espesura, Edad y Origen de los pies. Las 5 E de la Selvicultura.

Protegidos por CUP a la vez mediados XIX. La acción del hombre permanece y explica situación actual y orienta futuro.



Prevención de incendios: Así es como ven las llamas rasantes la estructura de un rodal. La combustibilidad depende, sobre todo, de la estructura y de la disposición de la vegetación. Esto es más importante que la composición específica. Cobeta, 2017.



Regeneración natural: Aparecen nuevos pies = regeneración en sentido amplio.

Tras las cortas = RN sentido estricto. Tras abandono cultivos o menos ganado = colonización. Tras perturbación = restauración. Foto = corta a hecho en dos tiempos. Ver: http://secforestales.org/publicaciones/index.php/cuadernos_secf/article/view/9313/9231 (*Regeneración natural: situaciones, concepto, factores y evaluación. R. Serrada Hierro, 1993*).



Regeneración tras incendio: Sobre masa natural de pino rodeno, tras incendio (2005) (perturbación), regeneración natural (restauración) ayudando con fajinas hechas con restos. Al igual que en twet anterior, resulta una masa regular, ambas naturales, en la misma comarca, el Rodenal de Guadalajara. Fotos en 2017.



Regeneración natural (colonización) tras abandono de agricultura y descenso de ganadería. Aumenta superficie forestal con masas irregulares.

Masas mixtas de *Pinus sylvestris* y *P. nigra*. Megina, 2004.



Regeneración natural, en sentido estricto, tras cortas de aclareo sucesivo uniforme.

Después de las diseminatorias. Hacen falta las aclaratorias. Resulta masa regular, pies nacidos en un periodo de regeneración de 20 años. Masa mixta de *Pinus sylvestris*, *P. pinaster* y *P. nigra*. Villanueva de Alcorón, 2008.



Regeneración natural: La regeneración mediante cortas por entresaca da lugar a masas irregulares. Hay regeneración a la espera.

Masa pura y natural de *Pinus sylvestris*, Rascafría, 2007. Fotos Bravo.



Claros: Las masas regulares en edad de latizal y fustal bajo necesitan claros. Nos lo avisan cuando la razón de copa (% de altura total ocupada por copa verde) baja del 40%. Hay que decidir tipo, peso y naturaleza de la clara. Masa artificial de pino silvestre de unos 90 años en Puerto de Canencia, 2008.



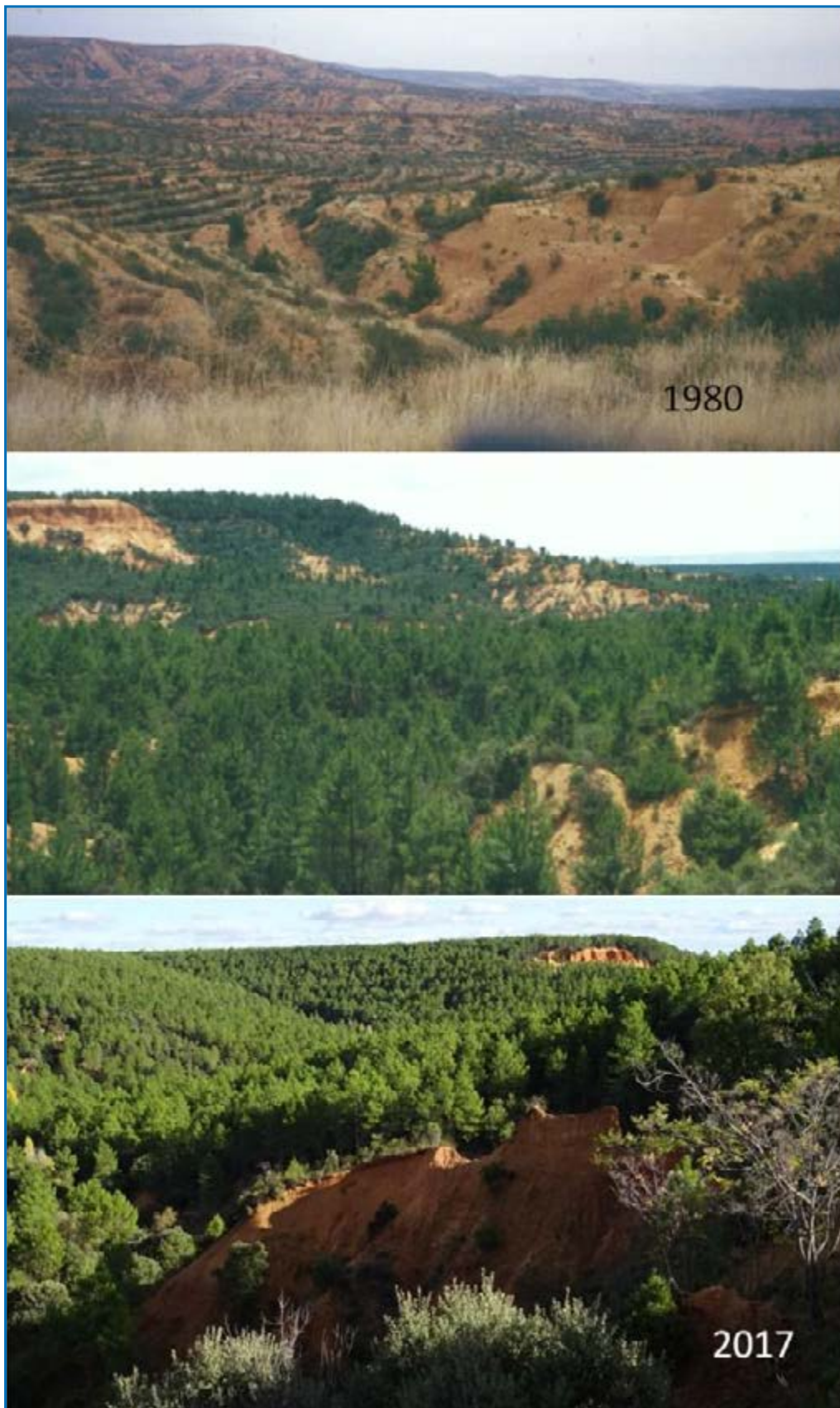
Claras: Otro modo de comprobar exceso de espesura y necesidad de aplicar una clara es que una alta esbeltez en pies dominados manifiesta pies doblados o tumbados. El abandono de las masas provoca su inestabilidad. Monasterio (GU), 1990.



Reforestación: La repoblación protectora de pino rodeno de la izquierda, tras 50 años (Retiendas (GU), 2014), acumula 4 veces más carbono que el matorral de la derecha.

Aparte de dar cobijo a fauna, regular ciclo agua, producir setas y madera:

http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/18619



Reforestación: Lo que va de 1980 a 2017. El monte no deja de cambiar. Hubo quienes se opusieron a la repoblación protectora hace 37 años. Hoy cumple su función hidrológica y otras. La Mierla, repoblación protectora de *Pinus pinaster* sobre rañas.

Fotos en 1980, 2000 y 2017.

Ver: <http://www forestales.net/Canales/Ficha.aspx?IdMenu=b6947309-987f-4bff-808d-4e7e974ccaf8&Cod=64ea5b26-c104-456c-a49a-153b15228c23&Idioma=es-ES>



Reforestación: El maniqueísmo inquisitorial y xenófobo acuña términos de contenido y límites poco definidos. Se repiten los mantras. Necesita que haya malos para parecer ser buenos. ¡Qué hastío! No creo que entren en razón, al igual que los españoles que piensan que otros les roban y oprimen.

(Este tuit fue respuesta diversos comentarios que provocó el tuit anterior)



Estudios previos en Selvicultura: Hay que analizar la estación para diagnóstico, pronóstico y tratamiento. Rodal pendiente fuerte, solana, suelo pedregoso y baja CRA. Mortalidad tras primavera cálida y seca de 2017. Benasque, masa natural mixta de abedul, pino sivesre y pino negro. Si no hay plagas, los vivos seguirán.



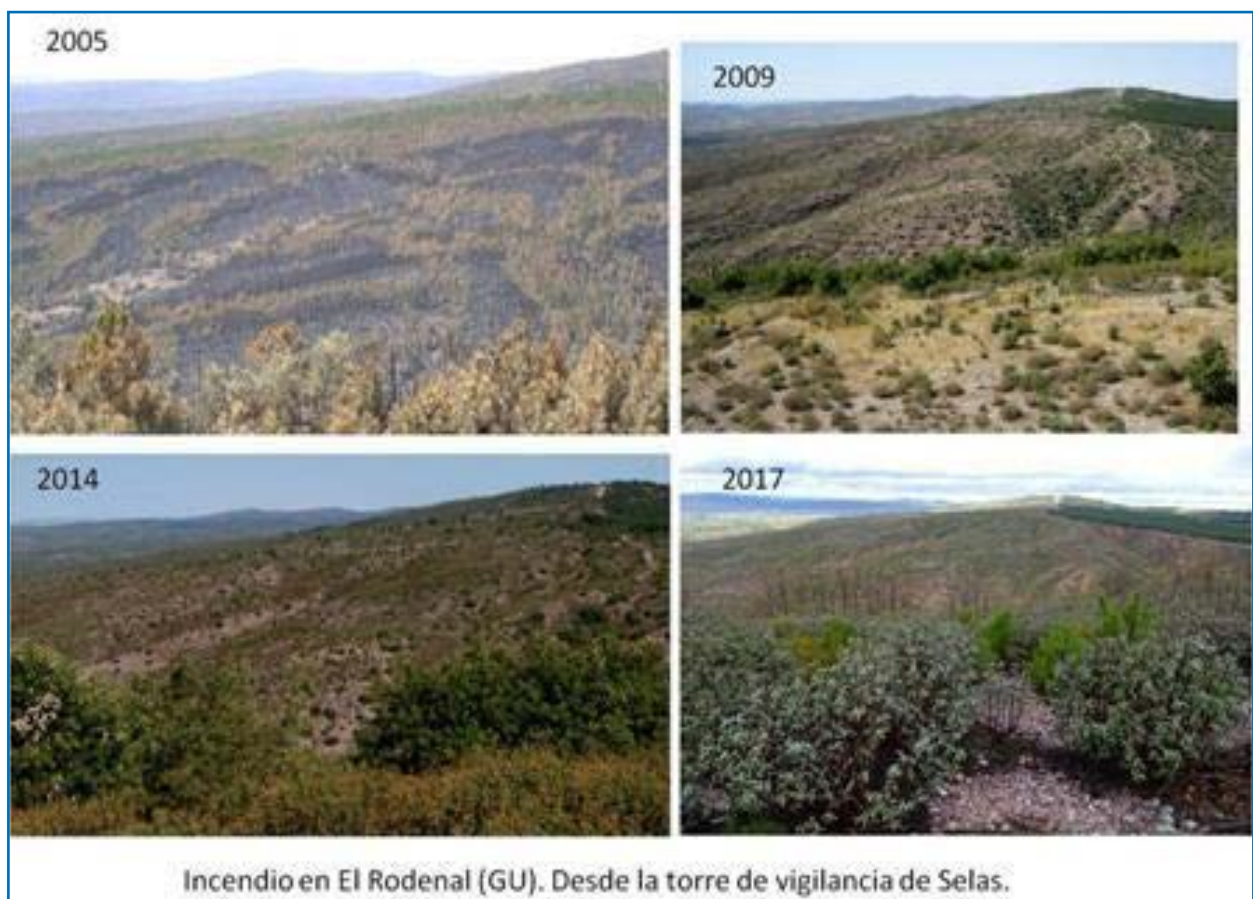
Temperamento: La poda natural (*self pruning*) es la muerte de las ramas bajas por efecto de la sombra de la masa o de la propia copa. A temperamento más de luz, poda natural más activa. Da inicio al latizal, depende de especie y espesura. Cabezón de la Sal, 2018.



Poda: Cuando la poda afecta a las ramas que van a entrar en poda natural, el crecimiento del pie mejora. Si se quita más superficie foliar baja crecimiento. Se reduce la combustibilidad con la primera poda o poda de penetración. *Pinus pinaster*, Puebla de Valles (GU) 2014.



Regeneración tras incendio: El recepe de *Quercus pyrenaica* tras fuego, y las fajinas (para ayudar a la infiltración, agua para las cepas, menos erosión) dan como resultado un nuevo monte bajo regular. El Rodenal (GU), en 2006 y 2016. Fotos Otero.



Regeneración tras incendio: El monte cambia. Hay que conocer cómo para gestionar correctamente. En las imágenes, proceso de restauración tras incendio (regeneración) ayudada con fajinas para reducir escorrentía. Resultado, masa mixta regular de *Pinus pinaster* y *Quercus pyrenaica*.

Ver: <http://www.forestales.net/Canales/Ficha.aspx?IdMenu=b6947309-987f-4bff-808d-4e7e974ccaf8&Cod=-218fa78b-71f7-4d13-af7b-aaa959a249d7&Idioma=es-ES>



Evolución de reforestaciones: La Silvicultura General propone un modelo, la masa con subpiso, con objetivo, entre otros, de modificar estructura y/o composición y mejorar estación. Su proceso es reducir espesura de masa principal y potenciar, natural o artificialmente, nuevas especies. Funciona.



Cortas de regeneración: El monte cambia. Las masas forestales no son estáticas. Quitando lo viejo surge lo nuevo. Los plazos son muy variables. Aquí regeneración natural en sentido estricto. Masa natural de *Pinus pinaster*, Arenas de San Pedro, 2002.



Evolución de la vegetación: Proceso de colonización (regeneración) de pino negro, con resultado de masa irregular, tras reducción de pastoreo. ¿También por efecto del cambio climático en cumbres? Cerler, 2017.



Preparación del suelo para reforestación: Los procedimientos de desbroce y/o preparación del suelo para la repoblación forestal tienen diferentes efectos hidrológicos y paisajísticos. Hay que elegir el más adecuado a cada rodal. Parcelas de ensayo con lluvia artificial. Ver: http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/15359/15202 (Formación de escorrentías con lluvias torrenciales simuladas, en parcelas con diferentes cubiertas vegetales y distintas preparaciones del suelo para las repoblaciones forestales. R. Serrada, J.A. Mintegui, J.C. Robredo, J.L. García, V. Gómez, J. Zazo y R. Navarro)



Enraizamiento: Es difícil imaginar lo que no se ve. Conocer el enraizamiento de cada especie (morfología ordinaria, plasticidad o capacidad de adaptación, cuantificación de biomasa, injertos) es importante para repoblación y tratamiento. Junto con la Edafología. Hay que fijarse.



Sistemas de resinación (1/8): La resinación sobre pies vivos se inicia a finales del S XIX con el sistema de cara ancha, anticultural. Dos entalladuras únicas de 20 cm. Recogida de miera en el suelo en hueco llamado coquera. Aún se conservan algunos pies. Alto Tajo (GU), 2014.



Sistemas de resinación (2/8): Pasado. El sistema Hugues fue obligatorio desde principios del S XX hasta 1970. Se aplicó a varias especies. Fue base para ordenaciones. Ver: http://libros.inia.es/libros/product_info.php?products_id=608 (*Estudio sobre los perfeccionamientos de que es susceptible el sistema de resinación Hugues*. F. Nájera y Angulo, 1942). Caras cóncavas. Resineros especializados.



Sistemas de resinación (3/8): Pasado. Este pino, tras casi 100 años dando producción y empleo, demuestra lo que ahora se llama sostenibilidad. Gracias a su fisiología, a los resineros y a una técnica selvícola bien diseñada y controlada. Tras apeo, regeneración.



Sistemas de resinación (4/8): Presente. Es sistema vigente desde 1970. Pica de corteza con estimulación química. Caras convexas de 15,5 cm. Resineros menos especializados, mejor rendimiento. Ver: http://libros.inia.es/libros/product_info.php?products_id=697 (*Sistema de resinación de Pica de corteza estimulado con ácido sulfúrico: Normas de aplicación. F. Nájera y Angulo, 1961*). No se aplicó siempre. En 1980 crisis.



Sistemas de resinación (5/8): Futuro. Tras crisis de precios de 1980 y recuperación de 2010 aumenta actividad. Al ser dedicación parcial, hay que lograr mayor rendimiento del resinero. El sistema de picas descendentes alarga plazo entre ellas, matas más grandes.



Sistemas de resinación (6/8): Futuro. Aumentar el rendimiento del resinero. Que la industria garantice precios en plazos largos. Para dar continuidad tras la crisis. Ensayo de picas circulares descendentes, con estimulación y desroñe. Recogida con grapa y pote.



Sistemas de resinación (7/8): Futuro. Ensayos de nuevos sistemas para mejorar rendimientos. Ver: https://www.sust-forest.eu/sites/www.sust-forest.eu/files/actas_ii_simposio_internacional_resinas_natural_2013_coca-sego-via.pdf. Meritoria la actividad de Ceseфор en este sentido.



Sistemas de resinación (8/8): Futuro. Pica mecánica sin desroñe y con recogida en bolsa, igual que el de ayer. Los sistemas de resinación serán concordantes con la planificación dasocrática. Ver: http://libros.inia.es/libros/product_info.php?products_id=707 (Bases para buenas prácticas en la gestión del aprovechamiento resinero. Coord: S. Mutke, 2013). Sostenibilidad y multifuncionalidad.

Futuro de la resinación: Nuevos sistemas; Precios estables y suficientes; Rendimientos; Organización dasocrática y administrativa

- Es más importante el nº de kilos por hora de trabajo que el número de kilos por pino o por entalladura.
- Una alternativa, para objetivo de resinación secundario, es la **resinación completa**, previa al apeo. Abrir todas las caras posibles en pies a apeo en claras o cortas de regeneración. Hacer el señalamiento un nº de años anterior al apeo igual al nº de entalladuras por cara, que pueden ser 3 o 4, prescindiendo de la inferior que tiene peor rendimiento.



Fotos en Portugal, tomadas de internet.

Planificar la resinación: Una alternativa es hacer resinación completa antes del apeo. Para aumentar el rendimiento del resinero y dañar poco la melera. Sigue siendo alternativa planificación dasocrática con tramos permanentes. Ver: <http://www.pfcyl.es/documento/La%20resina> (La resina: Herramienta de conservación de nuestros pinares. Félix Pinillos, Álvaro Picardo, Miguel Allué-Andrade, 2009).



Resinación: Tras la resinación queda barrasco (miera seca) en las caras. Esta situación favorece incendio de copas, hace falta mayor prevención. Así, la inflamabilidad de los pies no es por “ser pino resinero”, es por “estar resinado”. Sin agresiones externas los pinos no tienen resina.



Regeneración tras incendio: Tras resinación, el fuego puede afectar a los fustes. Por mal conservadurismo, se han dado a veces instrucciones de no cortar pies con menos de la mitad de copa afectada, erróneo por daño en fuste. Éstos pies afectados en fuste son los que dan plagas de perforadores, no los muertos.



Regeneración tras incendio: Tras 10 años, los pies grandes de pino rodeno afectados por incendio y que no fueron extraídos por tener algo de copa verde han muerto.

Incendio del Rodenal (GU), 2006 y 2016. Problemas logísticos y de perforadores.

Ver: <https://7cfe.congresoforestal.es/sites/default/files/actas/7CFE01-387.pdf> (Evolución de la restauración de la masa forestal en el incendio del Rodenal de Guadalajara diez años después mediante fotos comparativas. Otero De Irizar, J., Serrada Hierro, R.).

Analizar lo sucedido en resto de la imagen.

Detalles del ataque de *Ips sexdentatus* sobre una masa cercana a el incendio (julio de 2005) de la Riba de Saelices en julio de 2006. Fotos Otero.



Regeneración tras incendio: Los pies parcialmente dañados en incendio son los que dan plagas de perforadores. Es importante valorar los daños del calor sobre el fuste para hacer apeo y extracción. En pinos se comprueba con chasques a los 2 o 3 meses que si dan gotas de resina indican tejido vivo.

Panorámica del ataque de *Ips sexdentatus* sobre una masa cercana, pero no afectada directamente por el incendio (julio de 2005) de la Riba de Saelices. Foto en julio de 2006. Foto Otero.



Regeneración tras incendio: Para evitar efectos como el que se ve en la foto hay que actuar con gran celeridad. Los ciclos biológicos son más rápidos que los plazos administrativos. Hay que estar preparados y no dar instrucciones equivocadas para el tratamiento tras incendio. El monte tiene su ritmo.

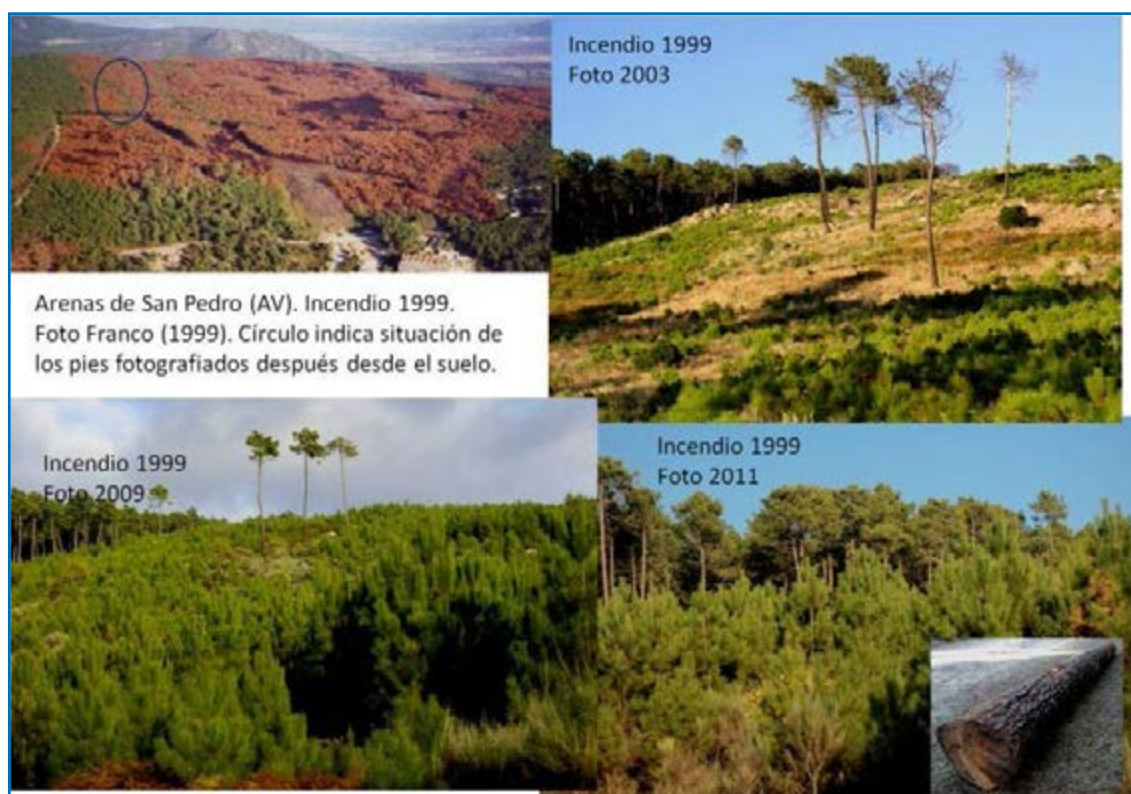


Regeneración tras incendio: Tras 10 años, los pies afectados por incendio que no fueron extraídos por tener algo de copa verde han muerto. Incendio del Rodenal (GU), 2006-2016. Fotos Otero. Problemas logísticos y de perforadores.

Ver: <https://7cfe.congresoforestal.es/sites/default/files/actas/7CFE01-387.pdf>



Regeneración tras incendio: El monte se renueva. Rápido relevo generacional en buena estación. Aquí fue por incendio, pero también funciona en cortas de regeneración ordinarias, con mejor control de tiempo y espacio.



Regeneración tras incendio: Incendio que apagó la lluvia. Algunos pies sin daño aparente. Acaban decayendo a los 12 años. Regenerado de especie de luz con mayor densidad sin sombra. Semejante en esta estación a cortas de regeneración. Suficiente densidad en regenerado natural. Trastornos logísticos en la saca de maderas.



El *regenerado tras incendio*, tiene gran debilidad en estado de diseminado.

Herbazal y matorral compiten con especies de luz, hay que ayudarlas. En 2002 estuvieron al borde de decaer, en 2012 ya son latizal. Conocer procesos y actuar a tiempo es vital.

Ver: <http://www.forestales.net/Canales/Ficha.aspx?IdMenu=b6947309-987f-4bff-808d-4e7e974ccaf8&Cod=7dc988a8-590a-4881-b61a-1625d693f933&Idioma=es-ES>



Regeneración tras incendio: El éxito del proceso de restauración tras incendio se alcanza con la densidad adecuada. Ésta es la concordante con la función preferente de la masa en relación a la edad, estación y especies.

Necesita prevención, un segundo incendio reduce posible regeneración.

Torija (GU). Fotos en 2008.

La masa artificial protectora de pino carrasco, plantada en 1964 necesita una 3ª clara.

Tuvo un incendio en 1988. 20 años después manifiesta regenerado natural de *Pinus halepensis*, *Quercus faginea*, *Q. ilex* y *Q. coccifera*.

¿Es suficiente la densidad del regenerado?

Necesaria prevención de incendios en este estado por áreas cortafuegos perimetrales.



Evolución de *regenerado tras incendio*. Datos objetivo de masa, edad, estación y especies, densidad adecuada. A largo plazo, por origen pies y porte los pinos (monte alto) tendrán más altura que *Quercus* (monte bajo, porte menor). Se conforma como masa con subpiso.

Enero de 2006



Los problemas erosivos en barrancos no se resuelven a largo plazo con diques de maderas.

Cuando se pudran se movilizarán bruscamente los sedimentos.

Junio de 2010



Villarejo de Medina (Incendio del Rodenal).

Restauración hidrológico-forestal tras incendios: Tras los incendios hay problemas erosivos más o menos duraderos. Es importante restaurar la función protectora con trabajos urgentes y obras rápidas y pequeñas. Hay que cuidar la estabilidad de los cauces, mejor albarradas de piedra en seco, si las hay.



La necesaria *restauración hidrológico-forestal tras incendios* ha de ser urgente para prevenir eventos torrenciales y ayudar a la regeneración natural. Además, mejor si es eficiente a corto plazo y a largo. Albarradas de piedra en seco con vertedero en V.



Restauración hidrológico-forestal tras incendios: Los problemas en Hidrología Forestal se resuelven si la lluvia se queda donde ha caído. Las pequeñas obras y estructuras contribuyen a la infiltración. La infiltración ayuda a la regeneración natural tras incendio y a recuperar la función hidrológica.



A escala de monte o de rodal, las actividades de selvicultura preventiva de incendios pueden ser (VÉLEZ, 1990):

- extendidas a **toda la superficie del rodal**, modificando la combustibilidad de la masa fundamentalmente a través de la interrupción de la continuidad vertical.
- limitadas a **estructuras lineales**, normalmente perimetrales, para interrumpir la continuidad horizontal.

La Selvicultura preventiva de incendios constituye un conjunto de reglas y recomendaciones a incluir en la práctica selvícola habitual, no es una actividad independiente.

Cuando no hay práctica selvícola habitual, regeneración y mejora, no hay prevención.

Debe ser coherente con las condiciones ecológicas, sociales y económicas de cada comarca.

La complejidad estructural y funcional de los montes exige que cualquier estudio, directriz política, diagnóstico o propuesta de tratamiento sobre ellos, deba tener en cuenta la globalidad de ese conjunto en el que existen muchas facetas.

Inicio serie sobre *selvicultura preventiva de incendios* (SPI 1/20). No trato planificación comarcal. Este formato es pequeño para exponer complejidad. Lo intento. Pido disculpas anticipadas por simplificar. Si no hay actividad selvícola general no hay prevención.



Tratamientos extendidos a **toda la superficie del rodal**, modificando la combustibilidad de la masa con: claras, podas, desbroces, tratamiento de restos.

En rodales que admitan estas operaciones.

Tras resalveo de conversión y desbroce en quejigar-rebollar, se recupera el estepar.

Selas (GU), 1998.



La combustibilidad y la dificultad de pastoreo se resuelven con otro desbroce. Seguramente habrá que repetirlo al cabo de unos 10 años.

Selvicultura preventiva (2/20) es reducir combustibilidad. En masas regulares jóvenes con claras, podas, desbroces y tratamiento de restos. Con este objetivo, claras débiles y por lo bajo. Todas las operaciones, salvo podas, tendrán que repetirse.



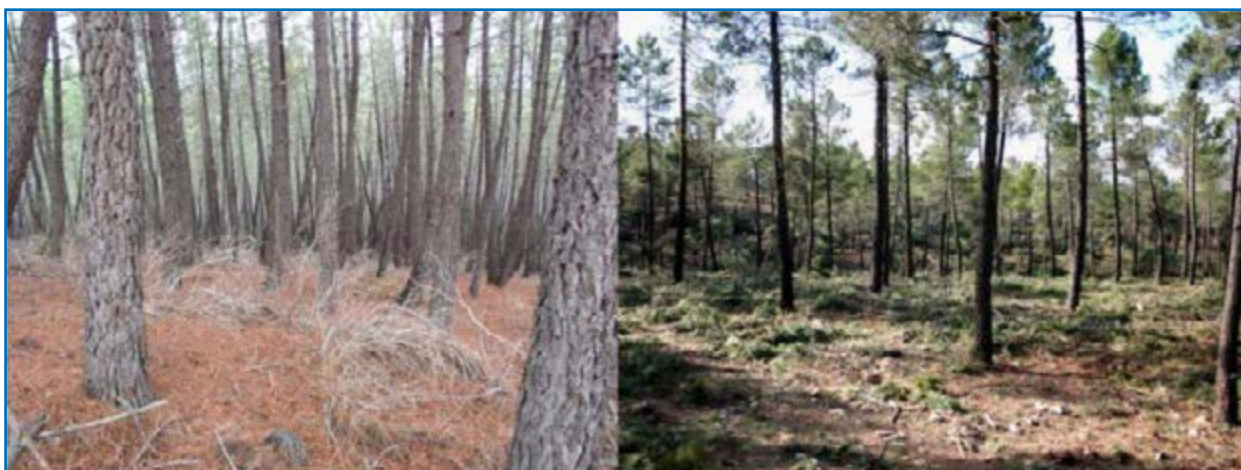
Selvicultura preventiva de incendios: Una operación de SPI (3/20) en rodales de masas jóvenes regulares es la 1ª poda o de penetración. Mejora troza basal y transitabilidad, reduce combustibilidad. Se hace desde el suelo hasta 2,5 m con alturas medias de 5 m.

Por prevención no necesita ser repetida.



Selvicultura preventiva de incendios: Tratamiento en todo el rodal. Evolución de desbroce y poda de penetración para reducir combustibilidad (SPI 4/20). No hace falta repetirlos. Ahora hace falta clara indicada por poda natural.

Por prevención, débil y por lo bajo. Por producción, fuerte y por lo bajo.



Muerte del sotobosque de *Cistus laurifolius* bajo cubierta de pino rodeno. Modelo de combustible 9. La Vereda (GU), 2005. Necesidad de tercera clara para estabilidad, obtención de madera y reducción combustibilidad. Discutir peso.

Clara ejecutada en masa artificial de pino rodeno. Comprobar la necesidad de su ejecución en la razón de copa de masa remanente. Peso aplicado correcto, pendiente tratar restos. Quintos de Mora (TO). Foto San Miguel.

Selvicultura preventiva de incendios: Tratamiento en todo el rodal (SPI 5/20). Ahora tocan claras. Las pendientes (izq) serán moderadas, hay pendiente y no hay pastoreo.

Las realizadas (dcha), con razón de copa 40%, tienen peso fuerte.

La presencia de pastoreo por ciervos retrasará invasión matorral.

Tratamientos extendidos a toda la superficie del rodal, modificando la combustibilidad de la masa con desbroces. En masas regulares de fustal.



Desbroce manual con motodesbrozadora.
Foto Alejano.



Desbrozadora de eje horizontal acoplada a tractor de ruedas. Abantos, marzo de 2005. Foto Planelles.

Selvicultura preventiva de incendios: La selvicultura preventiva (6/20) extendida a todo el rodal, en fustales regulares, se concreta en desbroces. Selectivos y por roza.

Varía el modo de ejecución: manuales; mecanizados; y por quema prescrita.

Elegir con criterios ecológicos y económicos.

Tratamientos extendidos a **toda la superficie del rodal**, modificando la combustibilidad de la masa con desbroces. En masas regulares de fustal. Quemias prescritas sobre Modelo 9.



Fustal bajo artificial de pino rodeno.
Perth, Australia. Foto Moreno.



Abril de 2013. Veguillas (GU).
Fustal bajo artificial de pino rodeno.

Selvicultura preventiva de incendios: Una operación eficiente en Selvicultura Preventiva (7/20) es la quema prescrita. Modo económico de desbrozar en fustales regulares. Condiciones estrictas y ejecución por profesionales. Alguno de mis antiguos perjudicados recordarán la foto izqda de examen oral.

En de masas irregulares, masas regulares en monte bravo y formaciones arbustivas se requiere la aplicación de la prevención local limitada a **estructuras lineales o perimetrales**, pues no es posible modificar combustibilidad en toda la superficie del rodal.



Hay confusión terminológica. *Diccionario Forestal*, SECF, 2005

Cortafuegos. Discontinuidad abierta en el combustible forestal utilizada para controlar la propagación del incendio como línea de apoyo para extinguirlos. *Firebreak.*

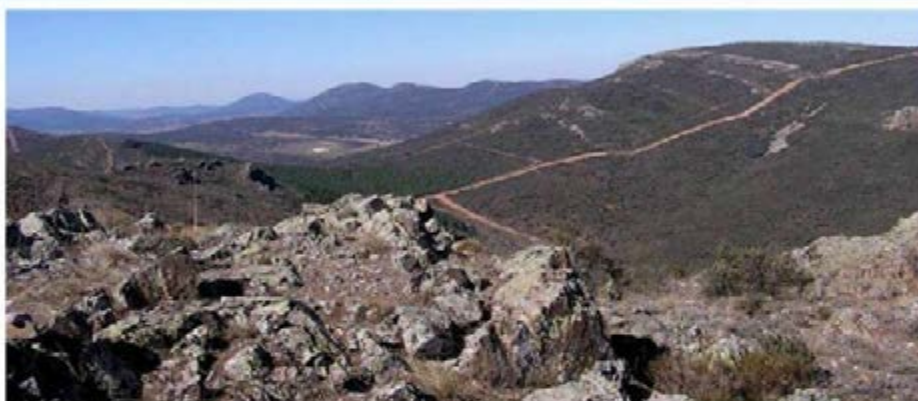
Faja auxiliar. Faja limpia de combustible, situada a lo largo de una pista, camino o carretera para formar con ella un cortafuegos. *Fire belt.*

Área cortafuegos. Zona ancha, de 20 a 200 m, en la que la vegetación ha sido modificada permanentemente, reduciendo la carga de combustible y modificando el modelo de combustible para facilitar la extinción, si el fuego llega hasta ella. En su interior puede haber una pista, una zona húmeda, cultivos, etc. *Fuel break.*

Línea de defensa. Faja estrecha limpia de combustible utilizada para controlar un incendio. *Fire-line.*

En *Selvicultura Preventiva* (8/20) cuando no es posible reducir combustibilidad en todo el rodal (monte alto irregular, monte bravo, arbustos y matorral) o cuando no hay presupuesto, hay que acudir a estructuras lineales. A resolver la confusión terminológica.

El **objetivo** básico de las **redes de cortafuegos** tradicionales, es doble:
 - dar **seguridad** y aumentar la **eficacia** de los equipos terrestres de extinción.
 -posibilitar la aplicación de **contrafuegos**. No queda bien expresado con su denominación



Las redes de cortafuegos son la única alternativa en formaciones arbustivas.
 Madridejos (TO). Foto Otero.

¿qué son?: son fajas, espacios alargados, con una anchura de 20 a 30 metros, en las que se elimina todo tipo de vegetación, dejando el suelo mineral al descubierto.

¿dónde se colocan?: las redes se disponen sobre líneas artificiales, como caminos, lindes de montes o de unidades dasocráticas; sobre líneas naturales como líneas de máxima pendiente coincidentes con la separación de interpluvios; y sobre líneas de cumbres, aunque en este caso deben quedar dispuestas no en los collados sino en zonas retranqueadas sobre el inicio de las laderas, donde la velocidad del viento es relativamente menor.

En *Selvicultura Preventiva* (9/20) los cortafuegos convencionales sirven para dar seguridad y escape a los medios terrestres de extinción. Es importante que se diseñen y ejecuten como redes reconocibles. La seguridad da eficacia y procura menos superficie quemada.



Las redes de cortafuegos, sobre formaciones arbustivas y de matorral, donde no es posible aplicar las áreas cortafuegos, son la única alternativa de selvicultura preventiva de incendios.

Su aplicabilidad sobre masas arboladas debe tender a reducirse pues, aparte de los inconvenientes citados, se induce mayor velocidad relativa del viento a su través, y la transitabilidad se debe favorecer con adecuadas redes de pistas forestales sobre las que realizar las áreas cortafuegos.

Sin embargo, no está justificada la **prohibición** de ejecución que se aplica en lugares cuyos "valores naturales" son teóricamente defendidos, y que no tiene en consideración la seguridad de las personas implicadas en la extinción.



Cortafuegos. Dehesa de Ojén, Los Barrios, 1998 y 2005 (CA). Correcta ejecución de desbroce por decapado para cortafuegos. Esta actuación fue sancionada sin considerar sus objetivos y evolución.

Selvicultura preventiva de incendios: A pesar de su función en la prevención (10/20), los cortafuegos han sido y son perseguidos administrativamente. Algunos PRUGs prohíben su instalación. Por coherencia, también deberían prohibir la extinción con medios terrestres.



El objetivo básico de las *redes de cortafuegos* tradicionales, no bien expresado con su denominación, es doble:

- dar **seguridad** y aumentar la **eficacia** de los equipos terrestres de extinción.
- posibilitar la aplicación de **contrafuegos**.

Contrafuegos:
arriba por BRIF Tabuyo, Turienzo 2005, Foto ADIF-MMA;
abajo Fitzy Australia 2008, Foto Moreno.

No se pueden trivializar cuestiones complejas.

La extinción de incendios, igual que la prevención y restauración, son cosa de profesionales.

Ver
<http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos/article/view/10619/10523...>

Selvicultura preventiva de incendios: La selvicultura preventiva (11/20) comprende estructuras para facilitar la extinción. Los contrafuegos desde cortafuegos son operaciones eficaces. Todo en mano de profesionales, opinadores aficionados abstenerse.

Cortafuegos. Cercedilla, Madrid, 2006.
Mantenido por roza y trituración, correcto.
Cerrado por una valla de espino, incorrecto.
Regeneración de arbóreas y arbustos a partir de la valla.



Se insiste en que las estructuras lineales de prevención, reconocibles por todos los equipos terrestres de extinción, tengan forma de **redes**, sin terminación en fondos de saco que puedan dificultar la evacuación.

Selvicultura preventiva de incendios: Los cortafuegos (12/20) han de ser conservados para que cumplan su función. Una buena alternativa es la roza con trituración, mejor con pastoreo. El cercado de la imagen indica que no se debe dificultar la transitabilidad.

Mejor pastor eléctrico.



Selvicultura preventiva de incendios: Los cortafuegos (13/20) han de ser mantenidos y conservados. Una alternativa que reduce efectos negativos paisajísticos e hidrológicos es la roza. Hay muchas alternativas para hacer desbroces selectivos, mecanizados y por roza.



Selvicultura preventiva de incendios: La conservación de cortafuegos (14/20) tiene una buena alternativa en el pastoreo dirigido. Hay que coordinar factores estacionales, económicos y sociales. Las normas administrativas pueden ser obstáculo pues no pueden contemplar las peculiaridades de cada rodal.

Área cortafuegos. Valencia, 2008. Foto Planelles.



Redes de áreas cortafuegos

¿qué son?: son fajas, espacios alargados replantados en masas arbóreas, con una anchura de 40 a 100 metros, en las que se procede a modificar el modelo de combustible.

¿dónde se colocan?: al igual que los cortafuegos tradicionales, las redes se disponen sobre líneas artificiales, como caminos y carreteras, lindes de montes o de unidades dasocráticas; sobre líneas naturales como líneas de máxima pendiente coincidentes con la separación de interpluvios; y sobre líneas de cumbres, aunque en este caso deben quedar dispuestas no en los collados sino en zonas retranqueadas sobre el inicio de las laderas, donde la velocidad del viento es relativamente menor.

¿cómo se ejecutan?: se aplican secuencialmente **claras que dejen una Fcc del orden de 80 a 70%**, podas de 2,5 a 3 m de altura sobre la masa resultante de la clara, desbroces selectivos por roza, y tratamiento de los restos. La clara de peso débil o moderado mantiene mayor humedad en el sotobosque y no favorece aumentos locales de la velocidad del viento.

Selvicultura preventiva de incendios: Las áreas cortafuegos (15/20) son de aplicación en masas arbóreas de cualquier estructura, salvo masas regulares en monte bravo o menor desarrollo. También han de ser redes y transitables por vehículos todoterreno.

Pueden tener fajas auxiliares.



Área cortafuegos en Puebla de Valles, 2005. Trazado apoyado en pista y anchura suficiente. Clara correcta de peso moderado. Ver matorral en límite del área cortafuegos al fondo.



La velocidad del viento aumenta dentro de la masa después de la clara, sobre todo si el peso es muy fuerte. Derribos tras clara en área cortafuegos. Moncayo, 2008. Foto Gª Viñas.

Selvicultura preventiva de incendios: Las áreas cortafuegos (16/20) en masas arbóreas deben aplicar pesos débiles o moderados en las claras. Se trata de que el viento no aumente velocidad, la humedad de restos rasantes no baje y que tarde en volver el matorral.

Área cortafuegos. Trazado y anchura correctos. Poda y clara excesivas.



Redes de áreas cortafuegos

¿cómo se ejecutan?: se aplican secuencialmente **claras que dejen una Fcc del orden de 80 a 70%**, podas de 2,5 a 3 m de altura sobre la masa resultante de la clara, desbroces selectivos por roza, y tratamiento de los restos. La clara de peso débil o moderado mantiene mayor humedad en el sotobosque y no favorece aumentos locales de la velocidad del viento. Se **mantiene** con pastoreo más o menos intenso y con reiteración de desbroces, que pueden tener rotaciones más largas pues la sombra del arbolado retrasa la invasión del matorral. Otra alternativa de conservación de desbroces es la quema prescrita.

¿qué inconvenientes tienen?: los inconvenientes de las áreas cortafuegos no se manifiestan en relación con aspectos hidrológicos o paisajísticos. La conservación de estas áreas es necesaria.

¿qué aplicabilidad tienen en la actualidad?: sobre formaciones arbóreas son una alternativa de selvicultura preventiva de incendios a la ejecución de redes de cortafuegos tradicionales.

Selvicultura preventiva de incendios: Los trazados de áreas cortafuegos (17/20) deben ser planificados y aprovechar (reforzando) las discontinuidades que tienen las masas forestales arbóreas. Su transitabilidad ha de estar asegurada y para ello todas las carreteras y vías forestales deberían tenerlas.



Han existido normativas administrativas erróneas en lo relativo al peso de las claras en áreas cortafuegos y en que no tienen en cuenta la capacidad de brote de las especies. El trabajo de las fotos, realizado en Brihuega, según norma transcrita más abajo conduce a un estado de combustibilidad de muy difícil y antiselvícola rectificación.

Castilla-La Mancha

Orden de 01/07/2009, de la Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural, por la que se establecen las bases reguladoras y el plazo de las convocatorias de las **ayudas** a la implantación de medidas preventivas de lucha contra incendios forestales en el marco del programa de desarrollo rural de Castilla-La Mancha 2007-2013.[2009/9771]

4. Se entiende por:

b) Área cortafuegos, cuando se realicen los trabajos descritos en el párrafo anterior pero no se elimine en su totalidad la vegetación **arbórea** manteniendo su **densidad inferior al 10 %** de Fracción de Cobertura Cubierta (FCC). Su anchura mínima será de 30 metros salvo el Plan de Defensa establezca otra cosa y queden definidas las anchuras de cada una de las actuaciones.

Selvicultura preventiva de incendios: También en áreas cortafuegos (18/20) hay reglamentismo simplista y pretencioso. No se puede pretender meter en un Diario Oficial la complejidad estructural y funcional de los montes. Se presenta en estas fotos un gran error. Ver: http://secforestales.org/publicaciones/index.php/cuadernos_secf/article/view/17528/17306 (La elección del tratamiento selvícola y los obstáculos para aplicarlo. Conferencias y Ponencias del 7º CFE. R. Serrada).



Selvicultura preventiva de incendios: Un buen ejemplo de área cortafuegos (19/20).

La reducción del combustible fino y rasante permitió a los equipos de extinción terrestres detener el frente. Clara baja y moderada, poda de penetración, desbroce y tratamiento de restos.



Selvicultura preventiva de incendios: En selvicultura preventiva (20/20) las líneas de defensa tienen importancia. Conviene hacer redes, y mantenerlas, por comarcas como vías de acceso y escape. Además, pueden facilitar el senderismo.

En extinción, según condiciones, también son eficaces.

Caracteres culturales: Temperamento - Concepto	
<i>Temperamento es el carácter de una especie vegetal por el que tolera o exige determinados grados de intensidad de insolación en sus primeras edades (Ruiz de la Torre, 1993).</i>	
	
Las especies de sombra cuando alcanzan la edad de latizal alto requieren total iluminación para desarrollarse y mantienen alta espesura. Abetos y hayas, Viados (HU).	
Las especies de sombra pueden resistir en las primeras edades largo tiempo bajo reducciones importantes de iluminación sin decaer. Latizos de <i>Abies alba</i>. Benasque (HU).	

Temperamento: El temperamento (1/T) es la respuesta de las especies a la facilitación o competencia en edad juvenil (<http://revistamontes.net/Buscador.aspx?id=329>). Artigas en 1890 lo llamó plantas nuevas (<https://distritoforestal.es/biblioteca/selvicultura-y-pascicultura/selvicultura-o-cria-y-cultivo-de-los-montes>). Según su temperamento, las especies son: de sombra (tolerantes), de media sombra, de media luz y de luz (intolerantes).

Caracteres culturales: Temperamento - Clasificación de las especies	
Los dos extremos de la clasificación de las especies forestales según su temperamento son: especies de luz, también llamadas <i>intolerantes</i> o de <i>temperamento robusto</i>; y especies de sombra, también llamadas <i>tolerantes</i> o de <i>temperamento delicado</i>. Cabe intercalar, pues las clasificaciones lo son en términos relativos, especies de <i>media luz</i> y de <i>media sombra</i>.	
	
Pies de <i>Pinus pinaster</i> en estado de repoblado. Pierden en muy breve plazo su viabilidad por exceso de espesura. Se trata de una especie de luz o intolerante. Arenas de San Pedro, 1998.	

Temperamento: Según su temperamento (2/T) las especies se clasifican entre dos extremos: especies de luz o intolerantes a la sombra y especies de sombra o tolerantes. González Vázquez (1938, http://libros.inia.es/libros/product_info.php?products_id=544, ver p. 114) introduce clases dos intermedias y pone ejemplos.

Caracteres culturales: Temperamento - Factores que determinan el temperamento

Los **factores** que condicionan el temperamento de las especies forestales son de tipo fisiológico y se identifican por diferencias de tipo anatómico, especialmente en el limbo de las hojas. Los pies jóvenes de especies de sombra tienen, entre otras cosas, limbos delgados con escaso parénquima de protección de los cloroplastos y menos densidad de estomas, por eso no resisten calor e insolación y son eficientes en sombra.



Las diferencias morfológicas en las hojas, relacionadas con el temperamento, se manifiestan dentro de pies de la misma especie y a igual edad, según la radiación recibida: a la izquierda, hojas largas, finas y colgantes (de sombra) en un pie que vive bajo una chopera; a la derecha, hojas cortas, gruesas y erectas (de luz) en pie que vive a pleno sol. Son dos latizos de pino salgareño muy próximos entre sí y de edad similar. Buenafuente (GU), 2007.

Temperamento: El diferente temperamento (3/T) se explica por diferencias morfológicas, sobre todo en hojas, y funcionales. Las hojas de luz con más estomas y protección de cloroplastos resisten luz y calor, pero si se ponen en sombra no sintetizan.

Caracteres culturales: Temperamento - Factores y Comprobación



Los **factores** que condicionan el temperamento de las especies forestales son de tipo funcional y se identifican por diferencias de tipo anatómico, especialmente en el limbo de las hojas. Los pies jóvenes de especies de luz tienen, entre otras cosas, limbos gruesos con parénquima en empalizada de defensa de los cloroplastos y alta densidad de estomas, por eso resisten calor e insolación y no son eficientes en sombra.

La **determinación** del temperamento de las especies se puede realizar, aparte de consultando clasificaciones establecidas, a través de la observación de (Serrada, 2011):

- la densidad de la copa;
- la estructura de los parénquimas foliares y de la densidad de estomas;
- por la evolución de la poda natural;
- por el número de órdenes en la ramificación;
- y por la rapidez del crecimiento longitudinal juvenil.

Estas jóvenes plantas de especies de temperamento delicado han sufrido daños por exceso de insolación en sus hojas tras una brusca puesta en luz.

Especie de media sombra (arriba): *Quercus robur*.
Especie de sombra (abajo): *Fagus sylvatica*.

Temperamento: Diferencias entre hojas de especies de distinto temperamento (4/T) también se manifiestan entre hojas del mismo pie según altura y orientación de situación en la copa, y entre pies semejantes según lugar de desarrollo. Ver tabla 2 en: http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/14919,

Caracteres culturales: Temperamento - Factores



Las diferencias morfológicas y funcionales relativas a las hojas, y que determinan el temperamento, se manifiestan:

- entre hojas de especies de distinto temperamento.
- dentro de ejemplares de la misma especie, en función de su edad. Son más de "sombra" las hojas de los individuos jóvenes.
- dentro del mismo ejemplar, entre hojas de la parte superior e inferior de la copa. Las hojas del tercio superior de la copa son más de "luz" (Gil *et al.*, 1999).
- también pueden encontrarse diferencias morfológicas, y por tanto funcionales, entre hojas con diferente exposición dentro de la copa de un mismo pie, y situadas a la misma altura (Rozados *et al.*, 2000).

Hay diferencias de temperamento entre subespecies viviendo en una misma estación. Hay diferentes anatomías de hoja y densidad de copa. Las dos subsp de *Pinus nigra* mostradas tienen distinto temperamento (más de sombra salzmanii) y distinta fenología. Retiendas, 2008.

Temperamento: Las diferencias entre hojas que explican el temperamento (5/T) se manifiestan entre subespecies dando lugar a distinta fenología ([http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/16157 ...](http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/16157...)) e, incluso, dentro de un mismo pie ([https://recyt.fecyt.es/index.php/IA/article/view/2610 ...](https://recyt.fecyt.es/index.php/IA/article/view/2610...)).

Todo ello ayuda a proponer tratamientos.

Caracteres culturales: Temperamento - Consecuencias selvícolas

1.- Influencia de el temperamento sobre el sotobosque, a igual espesura, por opacidad de copa (Serrada, 2011).





Bajo la cubierta de especies de sombra, por la alta opacidad de la copa, no prospera el estrato de matorral. Hayedo en monte bajo regular. Cantalojas, 2005. Foto I. Otero.

Bajo la cubierta de especies de temperamento más robusto, con baja opacidad de la copa, puede prosperar el estrato de matorral (especie de luz, pino rodeno, Cobeta, 2017, arriba) o el herbazal (especie de media luz, pino silvestre, Orea, 2004, abajo, foto J. Otero).

Temperamento: Conocer el temperamento (6/T) de las masas que tratamos es muy necesario para elaborar diagnósticos y prever pronósticos. Son las consecuencias selvícolas de este estudio (<https://distritoforestal.es/biblioteca/selvicultura-y-pascicultura/apuntes-de-selvicultura>). Las masas de luz tienen rotaciones más cortas en desbroces.

Caracteres culturales: Temperamento - Consecuencias selvícolas	
2.- La poda natural es más rápida y activa en las especies de luz, incluso en individuos aislados (Serrada, 2011).	
Diferente intensidad de la poda natural por razón del temperamento: más activa en pino silvestre (especie de media luz) que en haya o abeto (especies de sombra).	
Ejemplares, haya y pino silvestre, en estado de latizal alto a fustal bajo en Cantalojas (GU), 2000.	
	
	
	Ejemplares en estado de repoblado en Benasque (HU), 2010.

Temperamento: Un modo efectivo de comparar el temperamento (7/T) de especies que conviven en la misma masa es observar el proceso de poda natural ([http://www.comunidad.madrid/publicacion/1354377408259 ...](http://www.comunidad.madrid/publicacion/1354377408259...)). A igualdad de edad y espesura, las especies de luz presentan una poda natural más precoz y activa.

Caracteres culturales: Temperamento - Consecuencias selvícolas	
3. La intensidad de las cortas de regeneración deberá ser menor en masas de especies de sombra (Serrada, 2011).	
	
El temperamento de las especies forestales tiene gran importancia en su regeneración. La regeneración en las especies de luz se produce con escasa o nula espesura de la masa adulta. Masa natural en fustal resinado de <i>Pinus pinaster</i>. La muerte de algunos pies adultos da lugar a la aparición de un bosque de regenerado, cuya viabilidad depende de posteriores reducciones en masa vieja, donde no se observa regeneración. Arenas de San Pedro, 2002.	

Temperamento: El temperamento (8/T) de las especies del rodal es determinante para hacer bien las cortas de regeneración (<https://distritoforestal.es/biblioteca/selvicultura-y-pascicultura/apuntes-de-selvicultura>). Ver en la imagen el grueso tocón del ejemplar que, tras su apeo, da lugar al regenerado, con menor talla hacia espesura.

Caracteres culturales: Temperamento - Consecuencias selvícolas

3. La intensidad de las cortas de regeneración deberá ser menor en masas de especies de sombra (Serrada, 2011).



Poveda de la Sierra (GU) 2009. Pino salgareño, media sombra. Regenerado espontáneo bajo fustal resinado sin cortas previas.



Navafria (SG) 2006. Pino silvestre, media luz. Cortas de regeneración. Las cortas diseminatorias en aclareo sucesivo uniforme de cierta intensidad dan lugar a regenerado viable.

Temperamento: El diferente temperamento (9/T) de los dos pinos explica las diferencias en sus procesos de regeneración natural: <http://www.revistamontes.net/Buscador.aspx?id=12277>

Cuando hay masas mixtas el aclareo sucesivo uniforme, con periodos de regeneración amplios, va bien.

Caracteres culturales: Variaciones del Temperamento

Los individuos de una misma especie pueden presentar diferente temperamento en distintas situaciones. Los factores de variación del temperamento se resumen a continuación, según González Vázquez (1938) son:

- *Duración del periodo vegetativo.* Al acortarse el período vegetativo dentro de la habitación de una determinada especie, al crecer la latitud, la especie tiende a ser más intolerante. Así, por ejemplo, el pino silvestre que en España se clasifica globalmente como especie de media luz, se convierte en totalmente intolerante en el centro y norte de Europa.
- *Intensidad media local de la luz.* A latitud constante, algunas estaciones dentro de la habitación de una especie pueden ver reducida la insolación total, por ejemplo por exposición a umbría, dando lugar a mayor intolerancia.
- *Condiciones de calidad de la estación.* A igualdad de latitud y exposición, las estaciones de gran calidad dentro de la habitación de una especie permiten a sus individuos un comportamiento más tolerante, al plantearse en estas situaciones la competencia con menor intensidad.

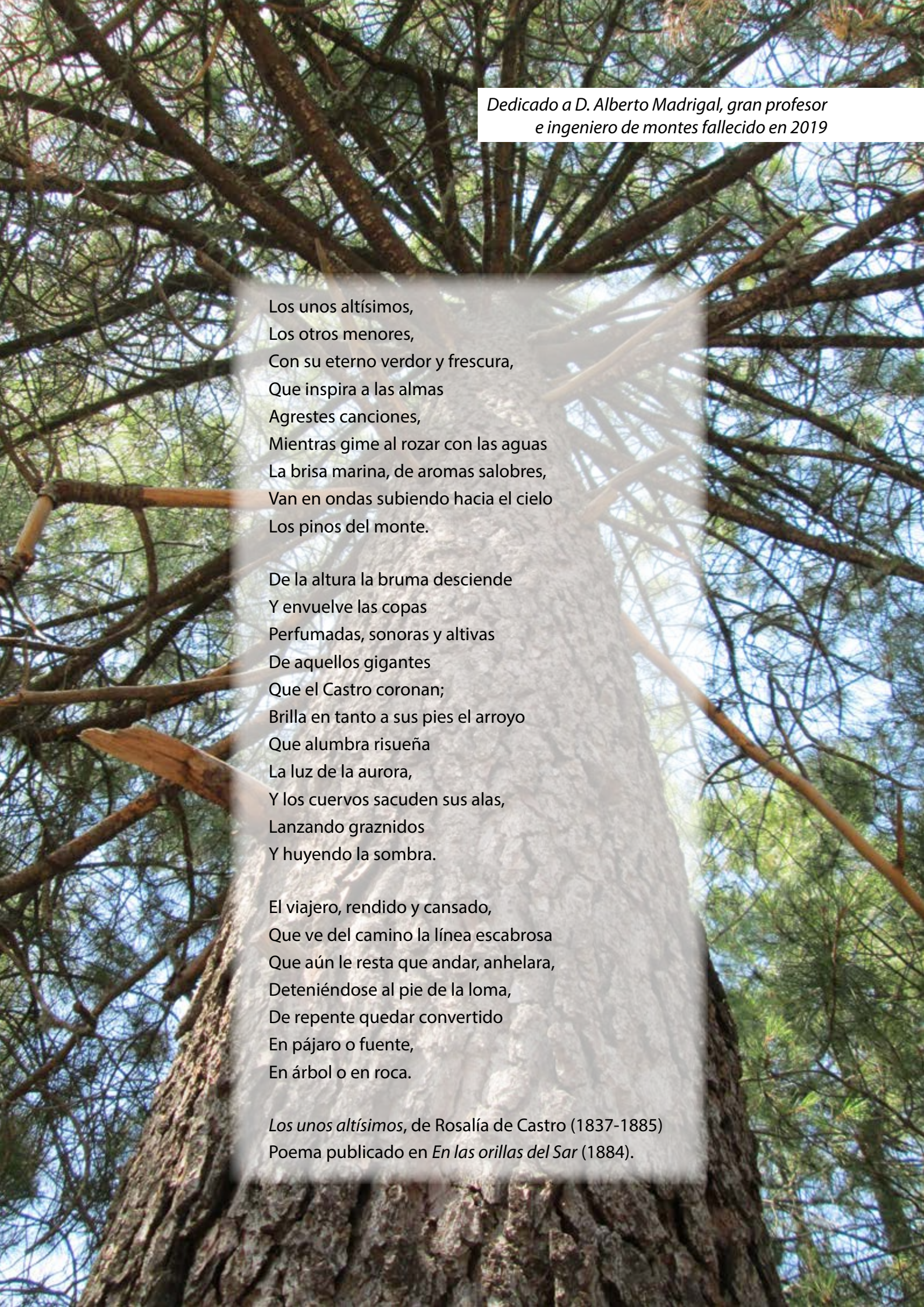


Pino rodeno, Cuéllar (SG), 2009. El regenerado tras cortas diseminatorias, aparece cercano a pies adultos. Temperamento hacia media luz.



Pino rodeno, Sels (GU), 2017. El regenerado tras cortas a hecho en dos tiempos se aleja de pies adultos. Temperamento de luz.

Temperamento: Una especie en estaciones distintas da temperamentos (10/T) diferentes (http://libros.inia.es/libros/product_info.php?products_id=544). El pino rodeno (*Pinus pinaster*) regenera en la meseta norte mediante ASU y en zonas de mayor altitud, en el ibérico, es más intolerante y regenera con cortas a hecho en dos tiempos.



*Dedicado a D. Alberto Madrigal, gran profesor
e ingeniero de montes fallecido en 2019*

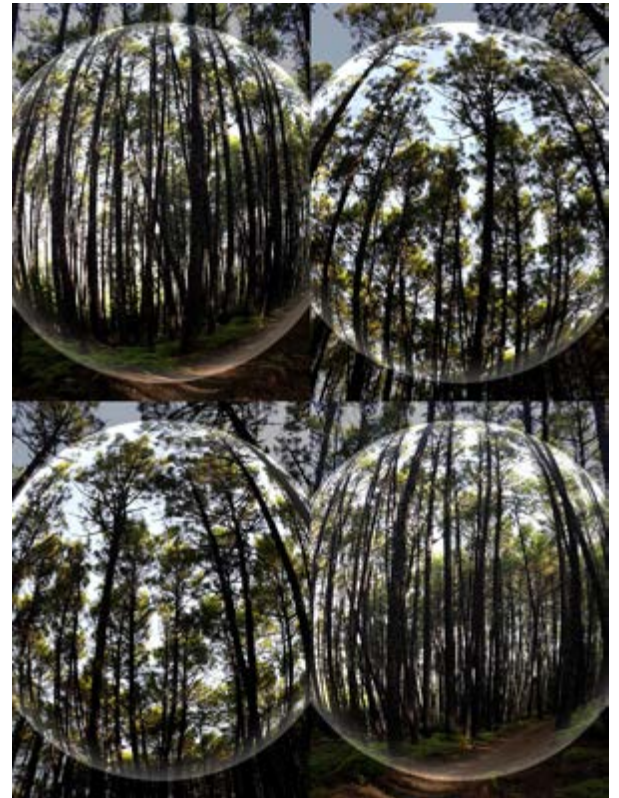
Los unos altísimos,
Los otros menores,
Con su eterno verdor y frescura,
Que inspira a las almas
Agrestes canciones,
Mientras gime al rozar con las aguas
La brisa marina, de aromas salobres,
Van en ondas subiendo hacia el cielo
Los pinos del monte.

De la altura la bruma desciende
Y envuelve las copas
Perfumadas, sonoras y altivas
De aquellos gigantes
Que el Castro coronan;
Brilla en tanto a sus pies el arroyo
Que alumbra risueña
La luz de la aurora,
Y los cuervos sacuden sus alas,
Lanzando graznidos
Y huyendo la sombra.

El viajero, rendido y cansado,
Que ve del camino la línea escabrosa
Que aún le resta que andar, anhelara,
Deteniéndose al pie de la loma,
De repente quedar convertido
En pájaro o fuente,
En árbol o en roca.

Los unos altísimos, de Rosalía de Castro (1837-1885)
Poema publicado en *En las orillas del Sar* (1884).





Beneficiarios



Colaboradores



El grupo operativo "Sistemas de gestión forestal en bosques productores de madera de calidad" ha recibido para su proyecto de innovación una subvención de **538.000,01 euros**. El importe del proyecto es cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (**FEADER**) y al 20% por fondos de la Administración General del Estado (**AGE**), tal como se establece en el Real Decreto 169/2018, de 23 de marzo.

La **Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Política Forestal** (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) es la autoridad de gestión encargada de la aplicación de la ayuda del FEADER y nacional correspondiente.

Comisión Europea: Área de Agricultura y Desarrollo Rural

FINANCIA:

