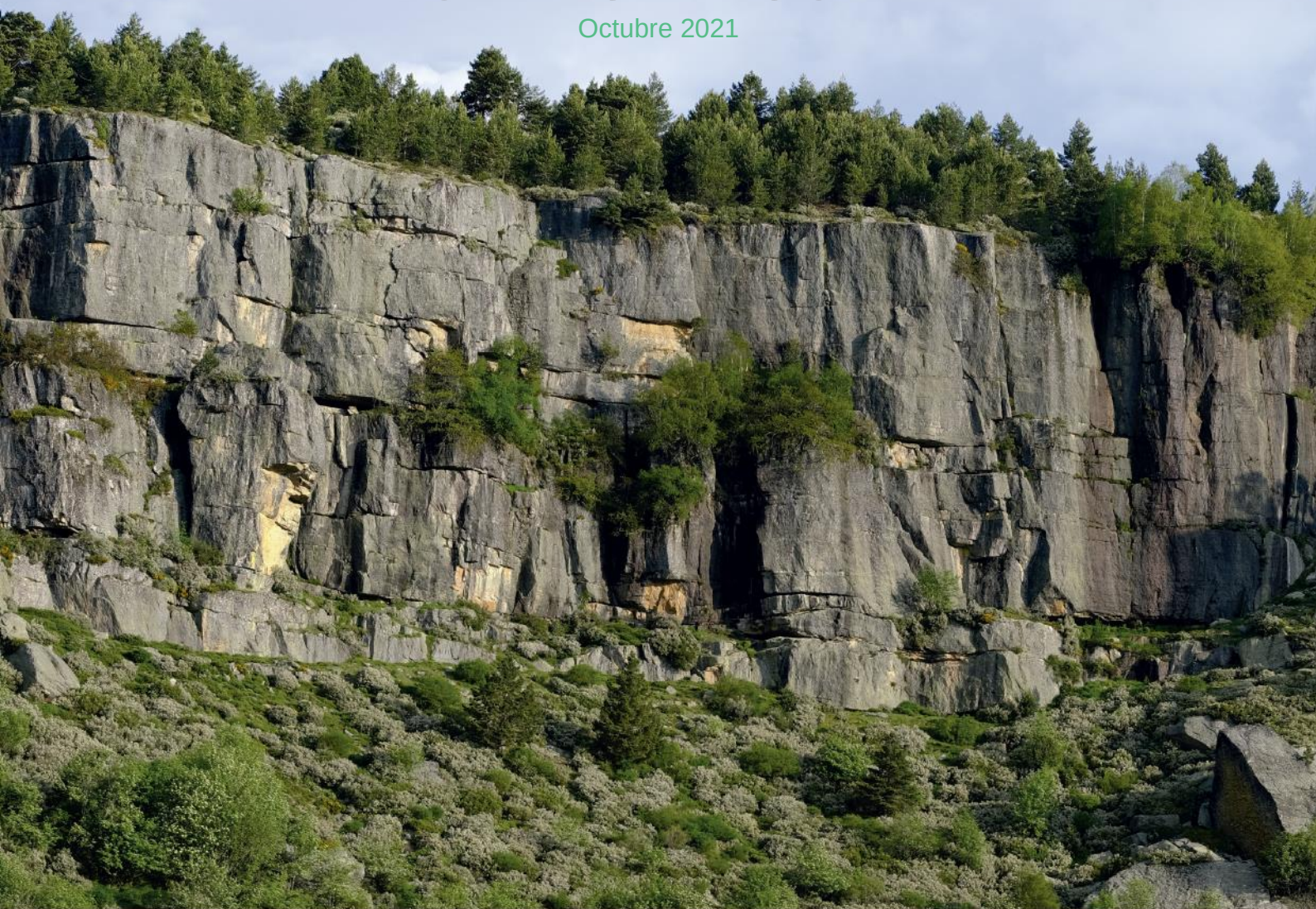




DATOS DE EVOLUCIÓN EN REFORESTACIONES Y EN LA REGENERACIÓN NATURAL DE LOS MONTES DE SORIA

Octubre 2021



CON LA CONTRIBUCIÓN DEL INSTRUMENTO FINANCIERO LIFE DE LA UNIÓN EUROPEA





ÍNDICE

1. Summary.....	4
2. Repoblaciones en la provincia de Soria	5
2.1 SUPERVIVENCIA EN LA PROVINCIA DE SORIA: ÁMBITO GENERAL.....	5
1.1.1 Supervivencia en función de la categoría.....	5
1.1.2 Supervivencia en función de categoría y año de revision.	7
2.2 SUPERVIVENCIA EN LA PROVINCIA DE SORIA: ZONAS DE REFORESTACIÓN.....	11
2.2.1 Zona Demanda – Urbión.....	13
2.2.2 Zona del Jalón.....	15
2.2.3 Zona Sierra de Pela.....	17
2.2.4 Zona Soria Centro.....	19
2.3 SUPERVIVENCIA EN LA PROVINCIA DE SORIA: SECCIONES TERRITORIALES	21
2.3.1 Sección Territorial 1ª	22
2.3.2 Sección Territorial 2ª	24
2.3.3 Sección Territorial 3ª	26
2.3.4 Sección Territorial 4ª	28
2.4 RELACIÓN PRECIPITACIÓN-TEMPERATURA CON EL PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA.....	30
3. Estudio de la regeneración en la provincia de Soria.....	34
3.1 ESTADO GENERAL DE LA REGENERACIÓN EN LA PROVINCIA DE SORIA.....	34
2. AREAS DE ESTUDIO.....	35
2.1.1. Área de estudio 1: Regeneración en masas de <i>Pinus sylvestris</i> en Soria.	36



2.1.1.1.	Área de estudio 1A: Regeneración en una masa de <i>Pinus sylvestris</i> después de una corta a hecho por fajas.....	36
2.1.1.2.	Área de estudio 1B: Regeneración en una masa de <i>Pinus sylvestris</i> después de una corta a hecho.	38
2.1.2.	Área de estudio 2: Regeneración en masas de <i>Pinus pinaster</i> después de un gran incendio forestal en la provincia de Soria.....	42
2.1.3.	Área de estudio 3: Regeneración en masas de <i>Pinus nigra</i> en Soria. ...	44
3.	CONCLUSIONES DE LA EVOLUCIÓN DE LA REGENERACIÓN EN LA PROVINCIA DE SORIA.	47



1. Summary

This report tries to analyze the evolution of reforestation carried out since 1993 in the province of Soria, analyzing data (collected by the Administration) from 2010 to 2021.

In addition, the second part analyzes the state of natural regeneration (regeneration other than reforestation) in the forests of the province from 1990 to 2020. The study has focused on forest stands of *Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster* and *Pinus nigra* belonging to the pilot forests of the Project.

Regarding reforestation, analyzing survival, it can be stated that the survival rate of conifers is around 58%, while that of hardwoods is 52%. It has also been found that the most successful reforestations have been carried out in the northern part of the province, at higher altitudes and with more rainfall, while in the central-southern part, drier and at a lower elevation, the survival rate has been significantly lower.

The natural regeneration of *Pinus sylvestris* and *Pinus pinaster* is not being compromised so far, even if there was the interaction of an extreme event such as a large forest fire. The regeneration of *Pinus nigra*, we can conclude that it follows the same general pattern that the species seems to follow nationally, with significant problems in the evolution of natural regeneration.

A significant change in climatic conditions, a continuous increase in temperature and longer periods of water stress, could lead to difficulties in reforestations and in the natural regeneration of the species present in the province of Soria, with the need for a change towards mixed stands, which would favor the persistence of the forest stands in the province.



2. Repoblaciones en la provincia de Soria

Para la elaboración de este informe, se han tenido en cuenta un total de 3.978 registros referidos a las muestras tomadas en los diferentes rodales de repoblaciones forestales de la provincia de Soria.

Dichas muestras analizadas, tienen una antigüedad superior a 6 años, por establecerse este periodo como significativo a tener en cuenta para el análisis de las masas repobladas, en lo que se refiere al porcentaje de supervivencia observado tras la revisión de cada una de ellas, siendo este parámetro el analizado en el presente informe, como indicador del estado de las repoblaciones forestales.

Las muestras a analizar fueron plantadas desde el año 1993 y sus inspecciones comienzan a partir del año 2010 y hasta el año actual, siendo revisadas cada año un número diferente de repoblaciones, por lo que se debe tener presente que el análisis anual que se realizará posteriormente en este informe, no se refiere a las mismas masas, sino que se pretende ofrecer una visión general del comportamiento de los individuos que conforman cada muestra, para poder extraer unas conclusiones sobre el estado en el que se encuentran las masas forestales repobladas en la provincia de Soria, tanto a nivel global como por especie y grupos de especies; en función de la formación que componga cada masa (monoespecífica o pluriespecífica).

Dicho esto, desde el punto de vista geográfico, para el análisis de los datos se ha tenido en cuenta el territorio de la provincia de Soria en general y la división de la misma en función de las zonas de repoblación y en secciones territoriales, a fin de observar de la mejor forma posible el comportamiento de cada especie, tipo o agrupación en función del territorio en que se desarrollan, donde entran en juego diferentes parámetros como altitud, orientación, aridez, pH o textura de suelo, entre otros, y que determinan las decisiones para llevar a cabo reforestaciones con determinadas especies.

2.1 SUPERVIVENCIA EN LA PROVINCIA DE SORIA: ÁMBITO GENERAL

1.1.1 Supervivencia en función de la categoría

En la provincia de Soria, de las revisiones llevadas a cabo entre los años 2010 y 2021 en lo que se refiere a reforestaciones, se ha obtenido un porcentaje total de supervivencia del 58%, con diferentes variaciones en función de la especie o mezcla de especies repoblada.

Así, podemos afirmar que el porcentaje de supervivencia de las coníferas utilizadas para este fin dentro del rango de años escogidos, ronda el 58% de supervivencia, mientras que el referido a las frondosas gira en torno al 52%. Lo cual, indica que en masas monoespecíficas, la supervivencia es ligeramente superior en coníferas.



En este análisis, se han establecido un conjunto de categorías en función de las especies principales que conforman cada muestra, diferenciando especies únicas, mezcla de dos especies, mezcla de varias especies con predominio de una de ellas sobre el resto y agrupaciones por género.

Así, en la siguiente tabla, se puede observar el porcentaje de supervivencia en la provincia de Soria, para cada categoría en el rango de años seleccionado.

Promedio de éxito de supervivencia	
Categoría	Total
mezcla múltiple Pinus halepensis	57,54
mezcla múltiple Pinus nigra	44,48
mezcla múltiple Pinus pinaster	75,02
mezcla múltiple Pinus pinea	58,42
mezcla múltiple Pinus sylvestris	79,94
mezcla múltiple Pinus-Pinus	70,50
mezcla múltiple Pinus-Quercus	52,33
mezcla múltiple Quercus faginea	52,31
mezcla múltiple Quercus ilex	61,95
mezcla múltiple Quercus-Pinus	69,64
mezcla múltiple Quercus-Quercus	93,64
mezcla Pinus halepensis-Pinus pinea	66,84
mezcla Pinus halepensis-Quercus faginea	79,17
mezcla Pinus halepensis-Quercus ilex	60,75
mezcla Pinus nigra-Quercus ilex	56,38
mezcla Pinus pinaster-Pinus nigra	91,52
mezcla Pinus pinaster-Pinus pinea	71,29
mezcla Pinus pinaster-Quercus ilex	63,71
mezcla Pinus pinaster-Quercus pyrenaica	82,28
mezcla Pinus pinea-Quercus ilex	80,91
mezcla Pinus sylvestris-Quercus pyrenaica	36,35
mezcla Quercus faginea-Quercus ilex	35,27
mezcla Quercus ilex-Pinus halepensis	42,28
mezcla Quercus ilex-Pinus nigra	48,12
mezcla Quercus ilex-Pinus pinaster	85,26
mezcla Quercus ilex-Pinus pinea	66,62
mezcla Quercus ilex-Quercus faginea	50,73
mezcla Quercus pyrenaica-Pinus sylvestris	76,04
Pinus halepensis	51,71
Pinus nigra	40,30
Pinus pinaster	70,44
Pinus pinea	64,51
Pinus sylvestris	71,08
Pinus uncinata	51,73
Populus alba	41,65
Prunus avium	62,80
Quercus faginea	41,57
Quercus ilex	51,68
Quercus pyrenaica	62,61
Total general	57,99



Cabe destacar que las categorías con un mayor porcentaje de supervivencia, siempre existe presencia de alguna especie del género *Pinus*, salvo en la categoría de mezcla múltiple *Quercus-Quercus*, que además, presenta el porcentaje más alto, con un 93% de supervivencia, si bien los registros de este tipo son escasos en la provincia, por necesitar unas condiciones específicas que no son tan comunes en la provincia de Soria.

Se puede concluir además que las reforestaciones con mezcla de especies, dan lugar a mayores tasas de supervivencia, tanto en mezcla de múltiples especies, como de dos especies concretas. Si bien, se han de tener en cuenta las múltiples variables que intervienen en el éxito de supervivencia de dichas reforestaciones.

Dentro de las reforestaciones de masas monoespecíficas en la provincia, el porcentaje más elevado de supervivencia se encuentra en las referidas al *Pinus sylvestris*, seguido del *Pinus pinaster*, siendo superior al 70% en ambos casos, si bien esto variará en función de las características de cada área repoblada y las cifras de supervivencia más bajas dentro de repoblaciones de una única especie las presentan especies tales como el *Quercus faginea* o el *Populus alba*, con algo más del 41% de supervivencia.

1.1.2 Supervivencia en función de categoría y año de revision.

Dentro de los porcentajes referidos al apartado anterior, resulta interesante observar la evolución de los mismos dentro de los diferentes años de revisión, para comprender el comportamiento de las diferentes especies y agrupaciones conforme avanzan los años y varían sus características.

Promedio de éxito	AÑO												
Agrupacion	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total general
mezcla múltiple Pinus		41,57	20,83		69,28	76,63	64,82	65,47	68,36	50,36		87,47	60,80
mezcla múltiple Pinus-Pinus			86,46			80,28	72,29	70,55	60,92	73,42			70,81
mezcla múltiple Pinus-Quercus		35,59	97,92	38,81		73,36	46,80		80,33				53,29
mezcla múltiple Quercus		39,81	62,78	61,20	57,27	45,21		70,93	90,08				60,28
mezcla múltiple Quercus-Pinus							69,64						69,64
mezcla Pinus			91,52				64,91		65,61				71,64
mezcla Pinus-Quercus	62,48	74,77	44,94	38,19	45,59	56,23	47,16	64,91	67,48	73,94	72,28		59,71
mezcla Quercus-Pinus		46,24	65,63	69,69		47,07	85,26						57,46
mezcla Quercus-Quercus		20,39	51,01	64,81	47,22		59,82	60,37					41,12
Pinus halepensis	62,92	57,63	60,70	70,08	50,37	69,73	42,14	64,95	44,02		56,23		50,77
Pinus nigra		33,83			15,63	35,41	27,49	37,13	42,84	51,55	50,34		40,31
Pinus pinaster		67,95	43,91		65,37		71,67	74,77	81,60	73,38	80,91		71,17
Pinus pinea	69,01	72,64	78,91		18,75	78,43	48,31	76,84	52,51	73,88			64,52
Pinus sylvestris		72,45	60,19	84,38	73,47	75,88	70,07	71,87	56,97	80,27			71,08
Pinus uncinata							51,73						51,73
Populus alba								41,65					41,65
Prunus avium		95,92	45,00			100,00	67,96	73,46	27,95				62,03
Quercus faginea		39,87	35,76			28,79	67,17	36,73	100,00	61,35			41,57
Quercus ilex	76,56	51,72	37,74	55,83	69,17	43,65	43,75	71,15	72,24	87,23	55,16		52,21
Quercus pyrenaica							19,69	84,08					62,61



Total general	66,41	51,18	46,94	52,40	59,70	57,17	58,67	64,97	56,43	66,28	61,19	87,47	57,86
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

En la tabla anterior, se han agrupado diferentes categorías en función de su tipología, para simplificar los resultados obtenidos y poder observar mejor la evolución de esas agrupaciones.

Así, podemos apreciar que hay registros vacíos en algunos años, para especies o agrupaciones determinadas, puesto que no se inspeccionaron masas reforestadas de este tipo.

Desde el punto de vista general, se aprecia que el 80% de las agrupaciones referidas en la tabla, supera el 50% de supervivencia de sus ejemplares y el resto no baja del 40% de supervivencia entre las revisiones llevadas a cabo.

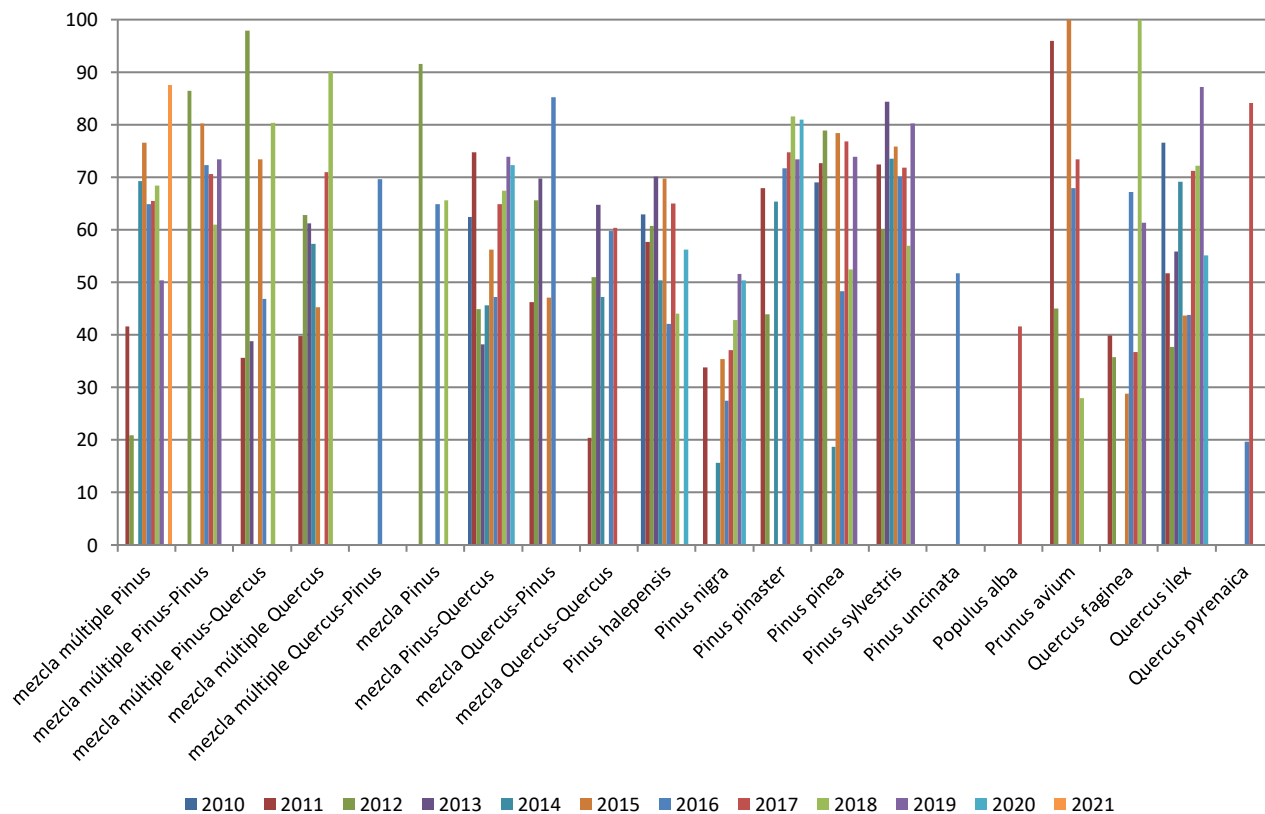
Podemos concluir de este modo, que las agrupaciones que ofrecen un comportamiento más positivo en cuando a las reforestaciones en la provincia de Soria son las mezclas de *Pinus*, es decir, la combinación de dos especies de dicho género, las mezclas múltiples del género *Pinus*, donde conviven más de dos especies diferentes y las masas forestales repobladas de especies únicas referidas al *Pinus sylvestris* y *Pinus pinaster*.

Lo cual, nos hace ver que el género *Pinus* en general, se adapta mejor en reforestaciones que el resto de géneros analizados y más aún si es en presencia de otra/s especies.

En el gráfico que se ofrece a continuación, se puede visualizar de forma más rápida la presencia de revisiones en masas forestales de las diferentes agrupaciones por año de revisión, así como el porcentaje de supervivencia de cada una de ellas.



Porcentaje de supervivencia por categoría y año en la provincia de Soria

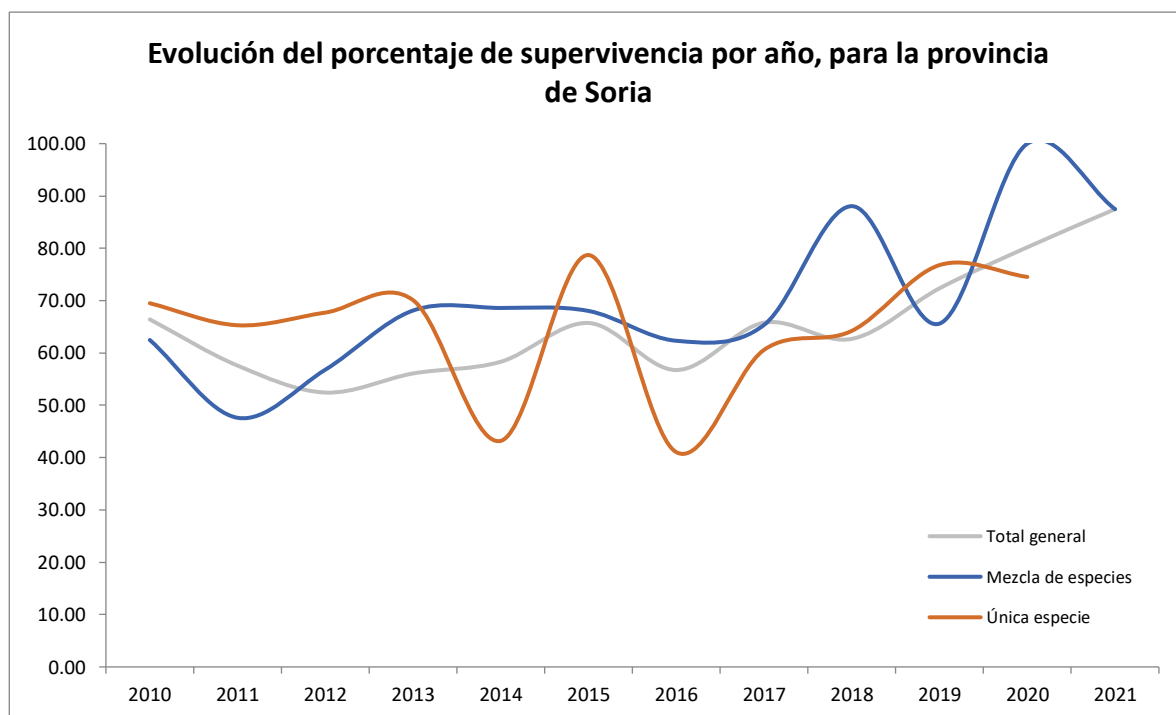


Cabe mencionar que la carencia de registros de inspección de reforestaciones en determinados años para algunas de las agrupaciones presentes, hace que no se pueda ofrecer una visión de su evolución; sin embargo, a través de este gráfico sí que se pueden observar tendencias para algunas de ellas, que ofrecen una visión sobre su comportamiento en el territorio.

En este aspecto, destaca el incremento progresivo del porcentaje de supervivencia de *Quercus ilex* a lo largo de los años, de igual forma que se puede intuir en el caso del *Quercus faginea*, si bien para este periodo de tiempo presentan un porcentaje de supervivencia menor al de los pinos.

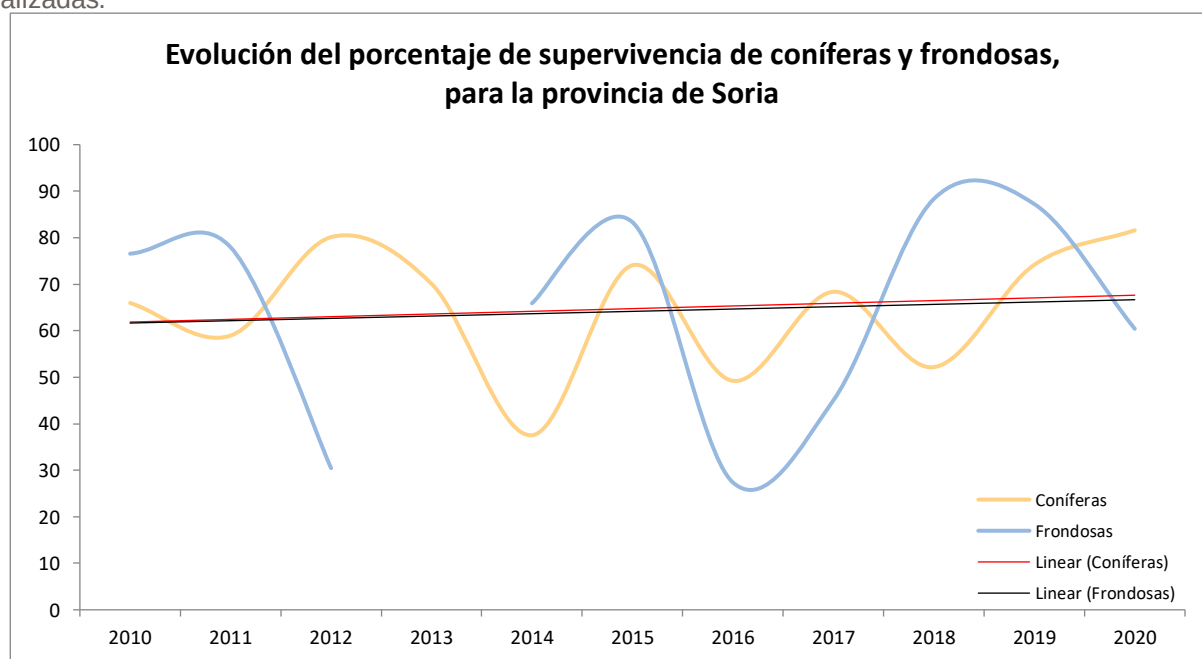
Pero se puede observar que en las inspecciones realizadas en este periodo en las masas de pinos o en presencia de los mismos, dicho porcentaje tiende a mantenerse, salvo en caso del *Pinus nigra*, donde se aprecia un crecimiento progresivo, si bien el porcentaje de supervivencia es notablemente inferior al resto.

Por este motivo, se puede concluir que los ejemplares del género *Pinus*, son menos duraderos en el tiempo que los *Quercus*, en los que, a pesar de que los porcentajes de supervivencia inicial son menores, experimentan un crecimiento mayor a lo largo de los años, lo que indica que presentan mayor dificultad para desarrollarse en los primeros años pero también una mayor resistencia de los ejemplares vivos a lo largo de los años.



Respecto a la comparación entre reforestaciones con especies únicas y reforestaciones de masas mixtas, bien sean del mismo o de distinto género, existe una tendencia al alza de supervivencia, sin embargo, es mayor la tendencia en porcentaje de supervivencia cuando las masas reforestadas están compuestas por más de una especie, lo cuál se debe a la resiliencia interespecífica.

En el gráfico adjunto, se puede ver esta comparativa y la tendencia hacia un mayor porcentaje de supervivencia, si bien en algunos años existen variaciones significativas en dicho porcentaje, lo cuál, se debe a la variación dl número de registros inspeccionados en los diferentes años y a las categorías analizadas.

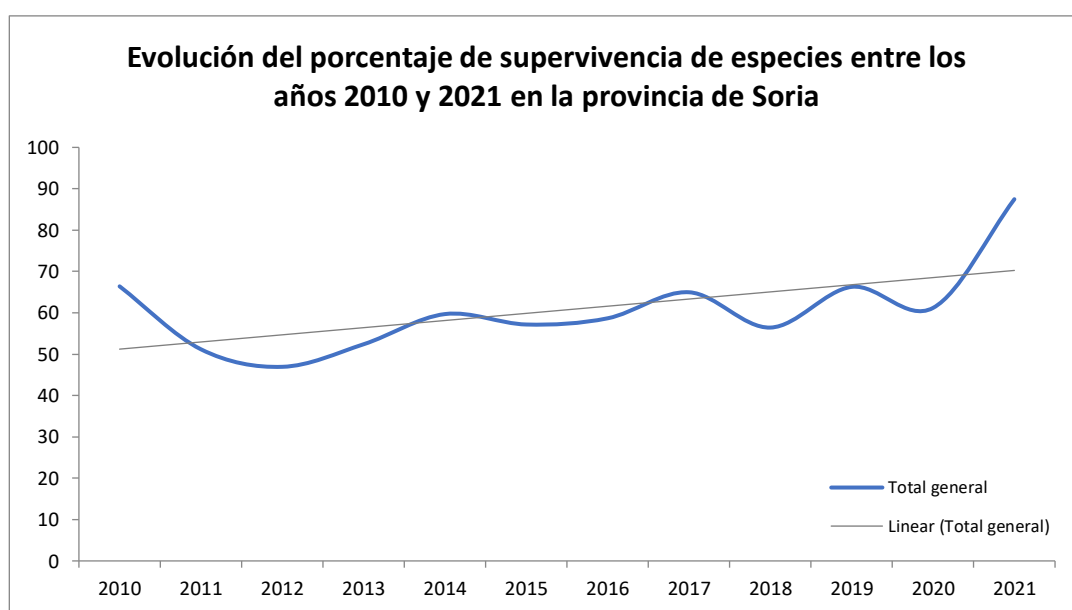




Resulta también interesante el análisis del comportamiento de las masas monoespecíficas diferenciadas entre coníferas y frondosas, para poder comparar el comportamiento de ambas a lo largo de los años, con los registros revisados.

De modo que vemos una tendencia muy similar entre ambas agrupaciones, que tiende a incrementar, ligeramente superior la tendencia de las coníferas, y más estable a lo largo del tiempo que en el caso de las frondosas.

Esto se debe a que el número de registros analizados en el caso de las coníferas es notablemente mayor que en el segundo caso, lo que hace que existan mayores fluctuaciones por reducción de datos y mayores diferencias entre especies en el caso de las frondosas, aunque se puede ver una estimación de la tendencia general.



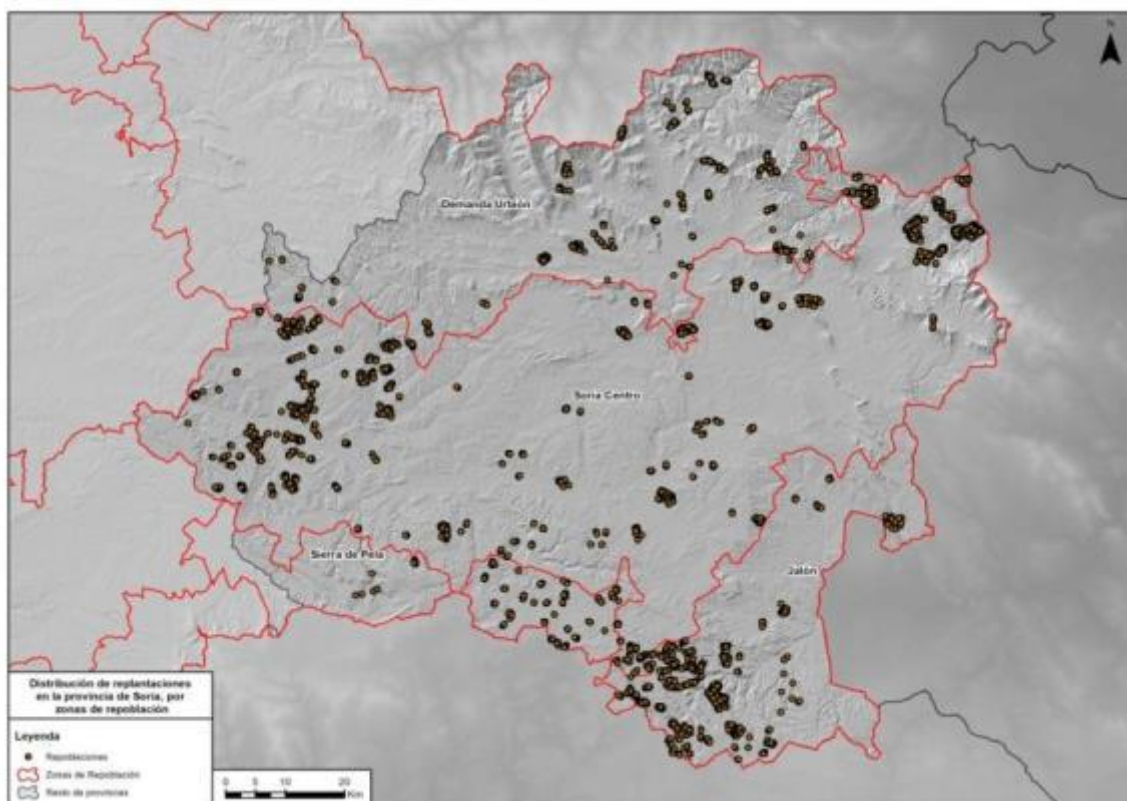
Así, la línea de tendencia asociada a la gráfica anterior, ofrece un incremento progresivo para el rango de años analizados y, pese a que se observa en la curva que representa la supervivencia media de las masas cada año, algunos picos, estos no son muy pronunciados, lo que indica que el porcentaje de supervivencia asciende de forma constante.

Cabe mencionar los picos que se representan en los años 2010 y 2021, puesto que son debidos al reducido volumen de registros para ambos años, por ser el primero y el último que cuentan con datos a analizar, por lo que si se obvian ambos años, la gráfica es aún más homogénea y la tendencia más clara.

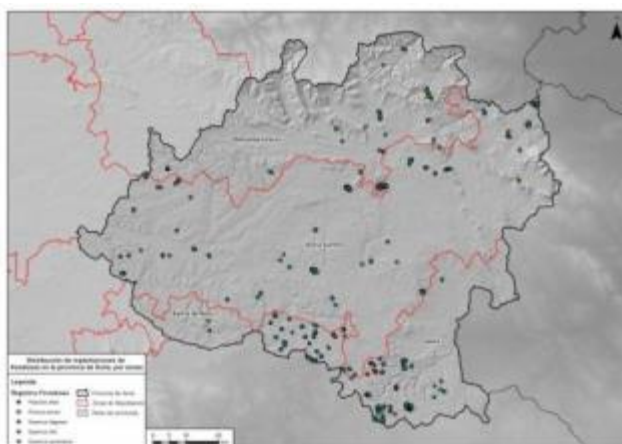
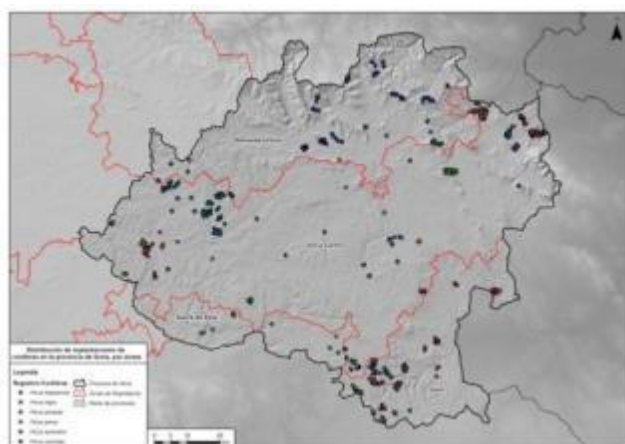
2.2 SUPERVIVENCIA EN LA PROVINCIA DE SORIA: ZONAS DE REFORESTACIÓN

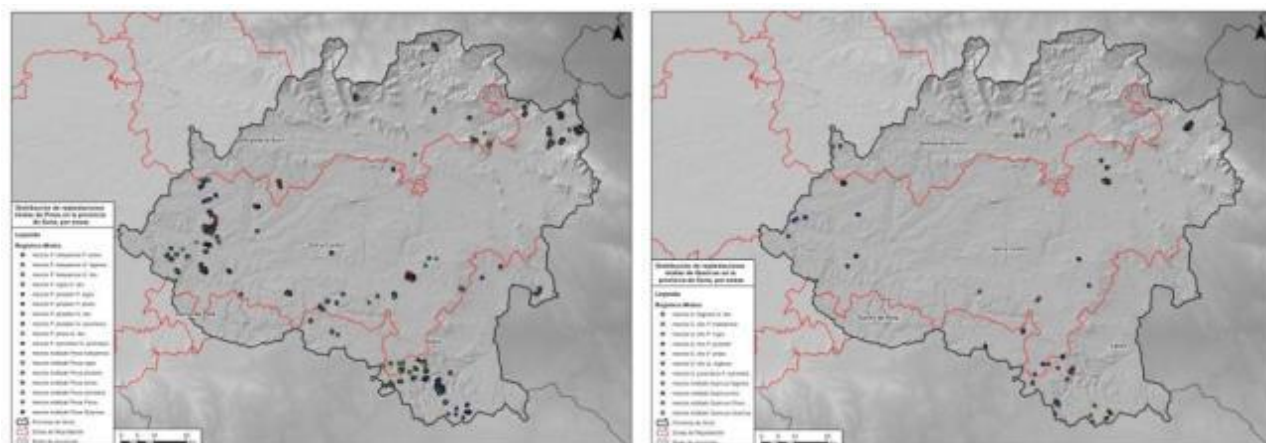
En el ámbito de las reforestaciones, el territorio provincial se divide en 4 zonas, en función de sus características para albergar diferentes especies, que albergan el total de 3.978 registros a analizar en el presente informe.

Así, distinguimos la Zona Demanda – Urbión (4.743 km², de los cuáles 2.584 km² se encuentran en la provincia de Soria), Zona del Jalón (1.343 km²), Zona de la Sierra de Pela (791 km²) y Zona Soria Centro (5.711 km²).



A continuación, se muestra la distribución de los registros analizados en función de la categoría, agrupándose en coníferas (superior izquierda), frondosas (superior derecha), mezcla de Pinus (inferior izquierda) y mezcla de Quercus (inferior derecha) bien sea con otras especies del mismo género o de otro:





2.2.1 Zona Demanda – Urbión

Abarca el área norte de la provincial de Soria y cuenta con un total de 611 registros en lo que se refiere a reforestaciones con más de 6 años de antigüedad.

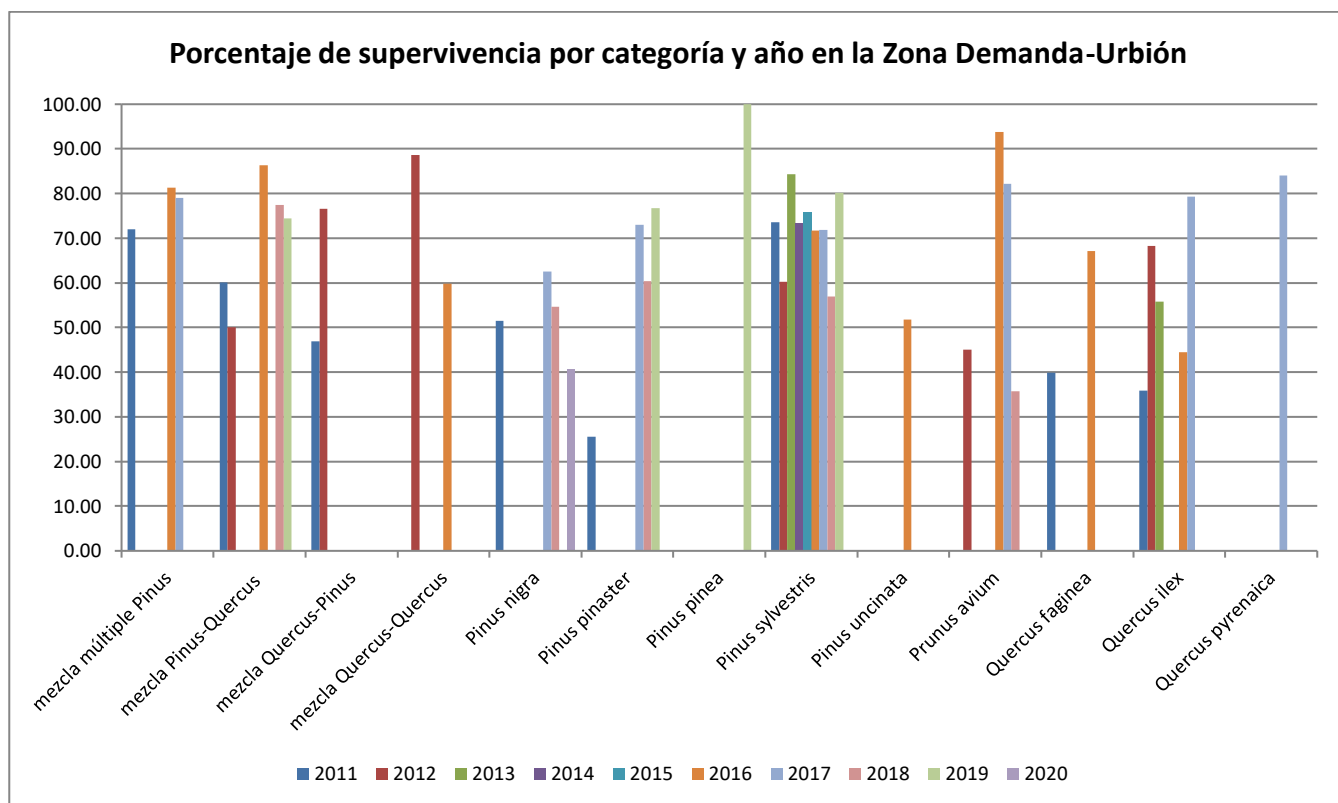
Dentro del total de parcelas revisadas, destacan las reforestaciones de *Pinus sylvestris* y de *Quercus ilex* como masas monoespecíficas, con 262 y 98 registros respectivamente.

Del lado de masas mixtas, el mayor volumen de registros se encuentran en reforestaciones de *Pinus* con *Quercus* (71) y la mezcla múltiple de *Pinus* (50).

Promedio de éxito	AÑO										Total general
Agrupacion	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
mezcla múltiple Pinus	71,95					81,38	79,03				79,07
mezcla Pinus-Quercus	60,06	50,00				86,36		77,49	74,47		74,64
mezcla Quercus-Pinus	46,88	76,56									61,72
mezcla Quercus-Quercus		88,64				59,82					66,22
Pinus nigra	51,44						62,48	54,67		40,61	51,96
Pinus pinaster	25,62						73,00	60,33	76,76		60,71
Pinus pinea									100,00		100,00
Pinus sylvestris	73,62	60,19	84,38	73,47	75,88	71,74	71,87	56,97	80,12		71,55
Pinus uncinata						51,73					51,73
Prunus avium		45,00				93,74	82,19	35,68			65,13
Quercus faginea	39,87					67,17					50,79
Quercus ilex	35,86	68,21	55,83			44,42	79,30				53,96
Quercus pyrenaica							84,08				84,08
Total general	50,26	61,95	58,69	73,47	75,88	70,91	75,32	66,46	79,07	40,61	67,37

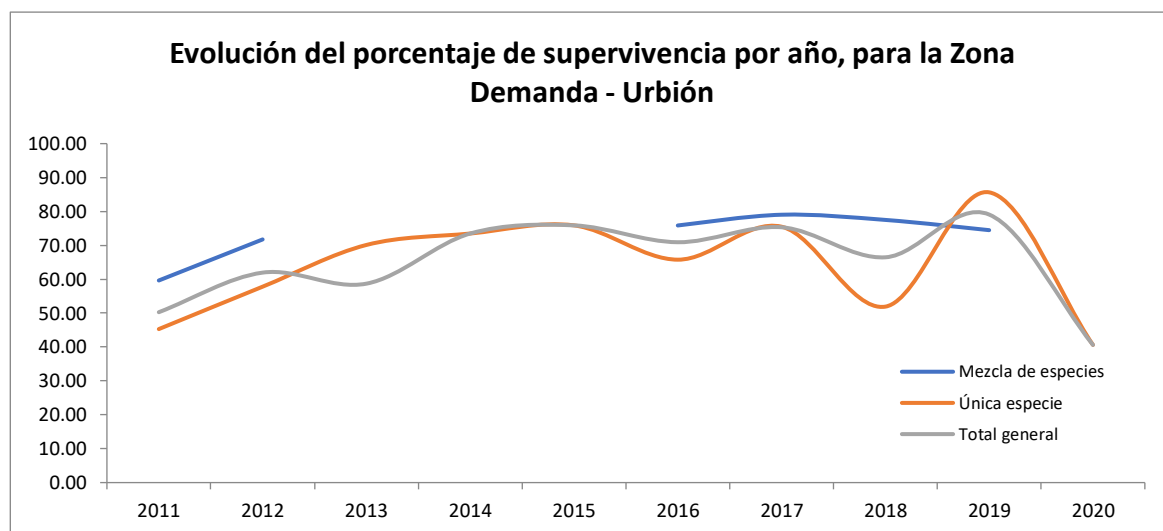
Existe una supervivencia media del 67,37% para el total de agrupaciones de repoblación y rango de años 2011-2020, pese a que existen diferencias ligeras entre los porcentajes en función de las agrupaciones.

En este caso, los porcentajes más elevados van ligados a la mezcla de *Pinus*, mezcla de *Pinus* y *Quercus* y *Pinus sylvestris*, puesto que existen agrupaciones con tasas más elevadas, pero que no debemos tener tan en cuenta, puesto que el número de registros de cada una de ellas es poco significativo para establecer un criterio generalizado.



En esta zona de repoblación, todas las agrupaciones presentes superan el 50% de supervivencia, lo que indica que sus características facilitan la adaptación de las especies reforestadas, pese a que hay una gran diferencia entre la cantidad de reforestaciones de *Pinus sylvestris* con respecto al resto.

Si comparamos esta zona con el general de la provincial de Soria, se aprecia una tónica general similar, tanto en tendencias como en agrupaciones con mayores tasas, pero la mayor diferencia en esta comparación reside en la escasa presencia que tiene el *Pinus pinaster* en dicha zona, en comparación con la provincia, ya que son esta especie y el *Pinus halepensis* las especies más presentes a nivel provincial y sin embargo, su presencia en esta zona es mucho menos representativa o incluso inexistente.



Respecto a las tendencias que presentan las masas reforestadas con varias especies frente a las llevadas a cabo con una única especie, llama la atención que en este caso son muy similares y en comparación a la misma gráfica en el ámbito provincial, las reforestaciones monoespecíficas se aproximan al nivel de las pluriespecíficas, lo cuál viene determinado por el papel fundamental y abundante de las repoblaciones de *Pinus sylvestris*.

Además, la tendencia general muestra un mantenimiento de la tasa de supervivencia a lo largo de los años, que contrasta con la tendencia a nivel provincial, donde el porcentaje tiende a incrementar de forma más pronunciada, debido a la mayor presencia de *Quercus*, por el motive anteriormente mencionado.

2.2.2 Zona del Jalón

Ocupa el área sureste de la provincial de Soria y cuenta con un total de 1.063 registros en lo que se refiere a reforestaciones con más de 6 años de antigüedad.

Dentro del total de parcelas revisadas, destacan las reforestaciones de *Pinus halepensis*, *Pinus nigra* y de *Quercus ilex* como masas monoespecíficas, con 239, 148 y 207 registros respectivamente.

Del lado de masas mixtas, el mayor volumen de registros se encuentran en reforestaciones de mezcla múltiple de *Pinus*.

Teniendo en cuenta esta vision general de zona, podemos afirmar que las especies monoespecíficas y concretamente las que cuentan con un mayor número de registros, tienen un peso determinante en este área.

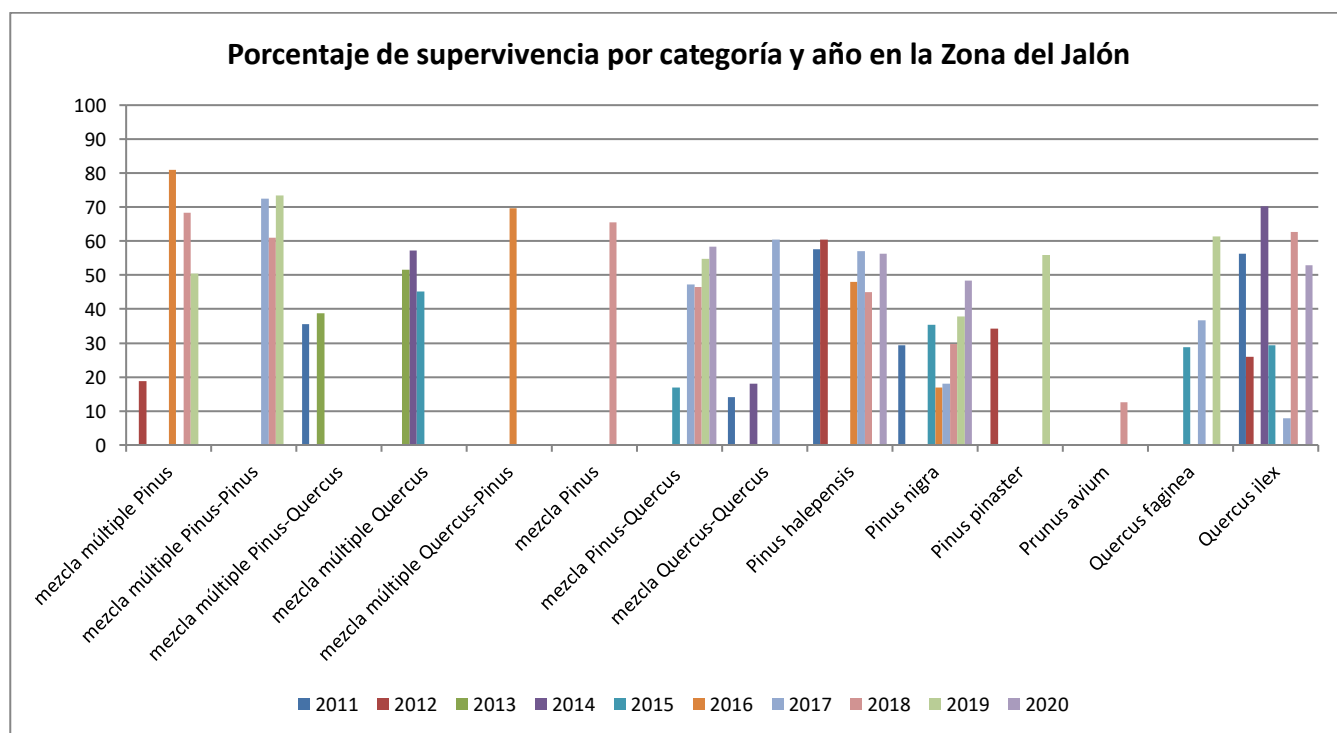
Promedio de éxito	AÑO										
Agrupacion	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total general
mezcla múltiple Pinus		18,75				80,97		68,36	50,36		58,14
mezcla múltiple Pinus-Pinus							72,43	60,92	73,42		69,55
mezcla múltiple Pinus-Quercus	35,59		38,81								36,84
mezcla múltiple Quercus			51,56	57,27	45,21						51,01
mezcla múltiple Quercus-Pinus						69,64					69,64
mezcla Pinus								65,61			65,61



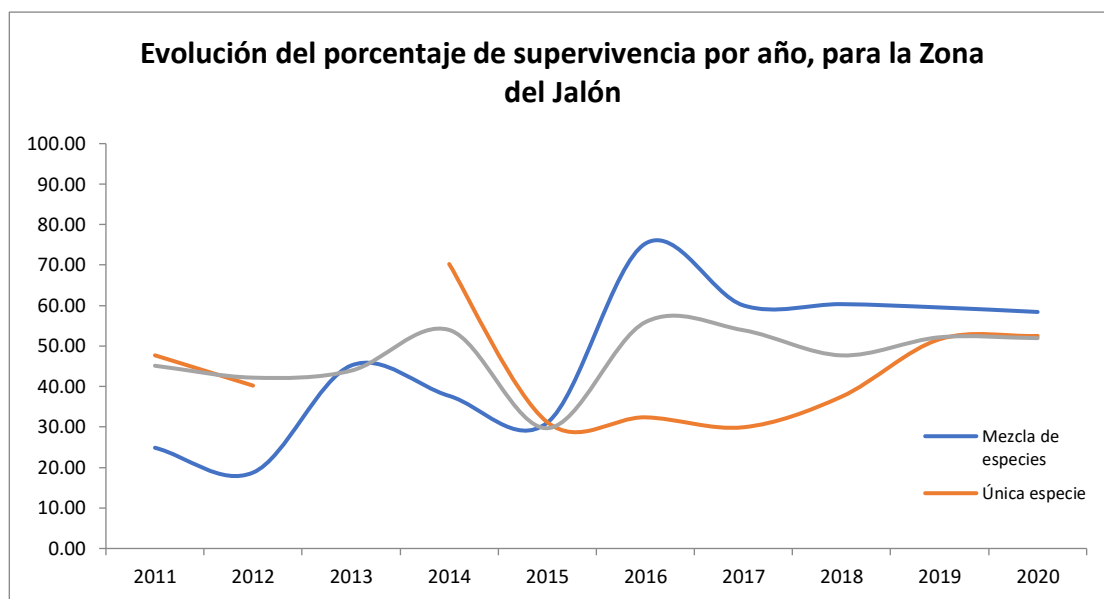
mezcla Pinus-Quercus				16,92	47,31	46,50	54,82	58,42	46,70		
mezcla Quercus-Quercus	14,15		18,09		60,37				27,57		
Pinus halepensis	57,63	60,45		47,91	57,03	44,97		56,23	51,17		
Pinus nigra	29,30			35,41	16,87	18,05	29,78	37,77	48,37	30,84	
Pinus pinaster		34,19						55,91		41,71	
Prunus avium							12,50			12,50	
Quercus faginea				28,79		36,73		61,35		40,66	
Quercus ilex	56,21	26,04	70,26	29,41		7,95	62,71		52,91	45,51	
Total general	45,13	42,19	43,91	53,97	29,71	55,90	53,90	47,69	52,17	51,95	48,10

Sin embargo no representan las tasas más elevadas de supervivencia, si no que éstas residen en las mezclas de especies referidas sobre todo a Quercus-Pinus y Pinus-Pinus, e indica que la resiliencia entre especies, resulta fundamental en esta zona para conseguir una mayor supervivencia de individuos.

Con respecto a la zona anterior, existe una gran reducción en las tasas de supervivencia, viéndose notablemente reducidas, lo que da lugar a pensar que las condiciones ambientales son inferiores que en Demanda – Urbión, al menos en lo que se refiere a la permanencia de individuos en el tiempo.



Referido al análisis entre una única especie y varias especies, en ambos casos si tiende al alza, pero en la línea de mezcla de especies se muestra un incremento notablemente más pronunciado que en la de especie única, cuyo crecimiento es mucho más progresivo.



En esta gráfica se observa una supervivencia media de en torno al 45%, mantenida en el tiempo, desde que se realizaron las primeras revisiones, que es notablemente más baja que en la provincia, debido a las características del territorio (ph, litología, textura) y atmosféricas.

2.2.3 Zona Sierra de Pela

Ocupa el área suroeste de la provincial de Soria y cuenta con un total de 196 registros en lo que se refiere a reforestaciones con más de 6 años de antigüedad.

Dentro del total de parcelas revisadas, destacan notablemente las reforestaciones de *Quercus ilex* sobre resto de especies, al presentar un total de 116 registros, seguidas del *Pinus nigra* y de las masas con mezcla de *Pinus* y *Quercus*, ambas agrupaciones con 19 registros.

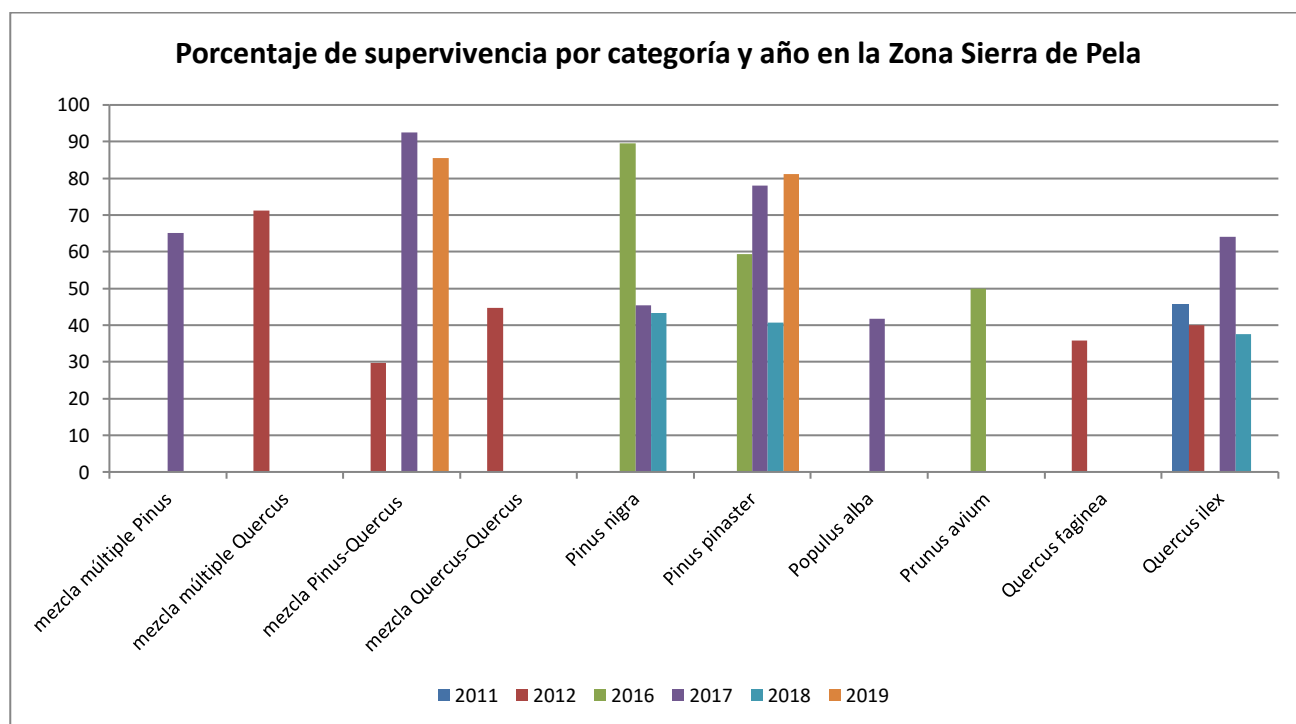
Teniendo en cuenta esta visión general de zona, podemos afirmar que las especies monoespecíficas y concretamente las que cuentan con un mayor número de registros, tienen un peso determinante en este área.

Promedio de éxito	AÑO						
Agrupación	2011	2012	2016	2017	2018	2019	Total general
mezcla múltiple Pinus				65,09			65,09
mezcla múltiple Quercus		71,21					71,21
mezcla Pinus-Quercus		29,69		92,48		85,53	69,72
mezcla Quercus-Quercus		44,70					44,70
Pinus nigra			89,57	45,42	43,26		52,05
Pinus pinaster			59,36	78,10	40,61	81,23	68,28
Populus alba				41,65			41,65
Prunus avium			49,99				49,99
Quercus faginea		35,76					35,76
Quercus ilex	45,69	40,04		64,13	37,49		42,12
Total general	45,69	40,00	67,17	60,81	40,04	84,67	47,55



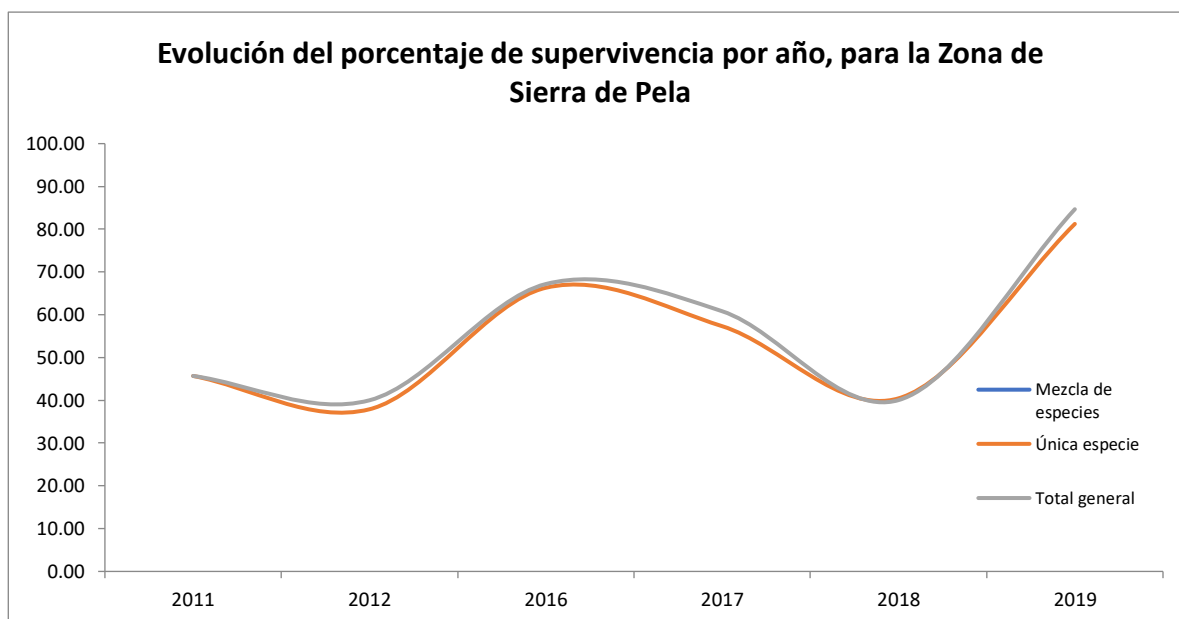
En este caso, el análisis de este área es muy similar al de la zona anterior, puesto que ambas ocupan la parte sur de la provincial y presentan condiciones similares, lo que da lugar a reforestaciones semejantes, así como la supervivencia de las especies.

Además, al ser reducido el número de registros, por el área ocupada, se hace más complejo el desarrollo de un análisis con proyecciones fiables a lo largo del tiempo.



Podemos afirmar que, al tratarse de un área más básica en cuanto a niveles de ph, toman un mayor protagonismo las agrupaciones con presencia de *Quercus*, que se adaptan mejor a este tipo de suelos, si bien, especies como el *Pinus nigra* o el *pinaster*, también presentan una buena adaptación.

Las mayores tasas de supervivencia, se encuentran asociadas al dichas especies, sobre todo al *Pinus pinaster* y *Pinus nigra*, destacando que al igual que en la zona del Jalón, el promedio general no sobrepasa el 50% de supervivencia y las tasas más altas se encuentran lejos de las referidas a la zona de la Demanda-Urbión.



Desde el punto de vista de la evolución en función de las repoblaciones forestales de una o varias especies, la gráfica solo muestra la línea referida a única especie y al total general, lo que se debe a que para repoblaciones con mezcla de especies, no existe una continuidad en las inspecciones a lo largo de los años, es decir, en el rango de años analizados, solo hay 3 años en los que se han revisado replantaciones de este tipo y al tratarse de años no sucesivos, no se ha conseguido una línea representativa.

Pero sí que se puede afirmar que la tendencia sigue el patrón de los casos anteriores, con un crecimiento progresivo, donde la presencia mayor del género *Quercus*, hace prever que ese porcentaje de supervivencia será mayor progresivamente con el paso del tiempo.

2.2.4 Zona Soria Centro

Abarca el área central de la provincial de Soria, siendo la zona con una mayor superficie en el territorio soriano y cuenta con un total de 2.108 registros en lo que se refiere a reforestaciones con más de 6 años de antigüedad.

Dentro del total de parcelas revisadas, destacan notablemente las reforestaciones de *Quercus ilex*, *Pinus pinaster* y *Pinus halepensis* sobre resto de especies, al presentar un total de 321, 343 y 210 registros.

Del lado de las mezclas de especies reforestadas, destaca la combinación de *Pinus-Quercus* y la mezcla múltiple de *Pinus*, con 251 y 224 registros respectivamente.

Teniendo en cuenta esta visión general de zona, podemos afirmar que existe una diferencia significativa en lo referido al promedio de supervivencia entre las masas formadas por una única especie y las compuestas por más de una y que pese a que la mayoría de registros se concentran en las masas monoespecíficas, la tendencia positiva es mayor en las reforestaciones conformadas por mezclas.

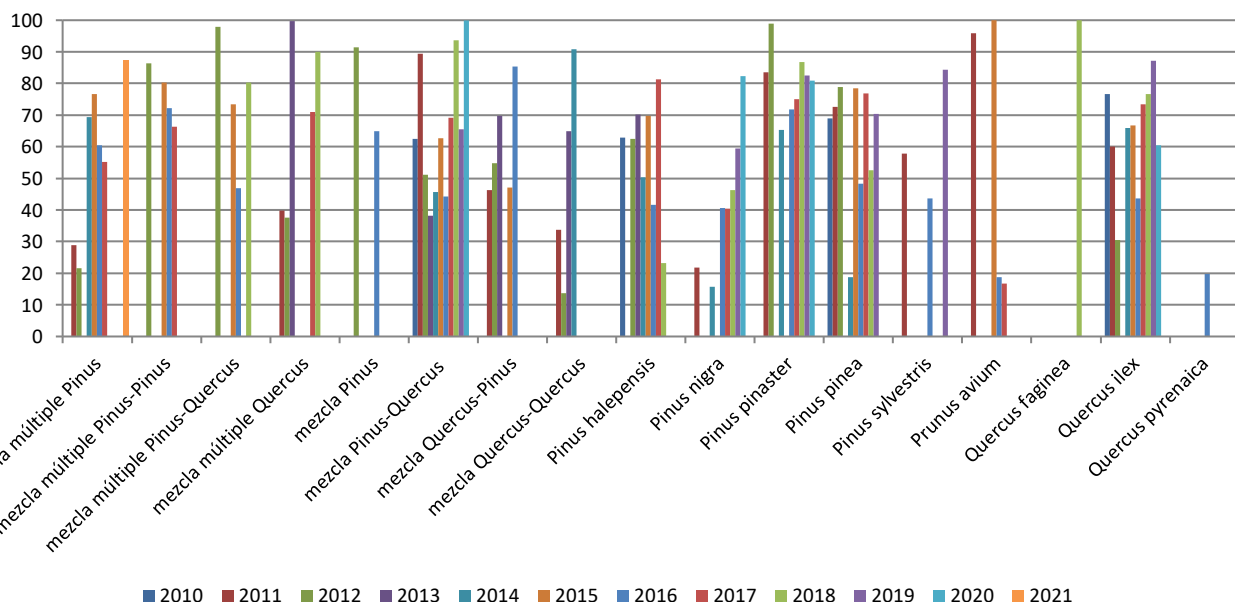
Promedio de éxito	AÑO												
Agrupación	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total general
mezcla múltiple Pinus		28,78	21,53		69,28	76,63	60,41	55,10				87,47	57,65
mezcla múltiple Pinus-Pinus			86,46			80,28	72,29	66,26					72,04



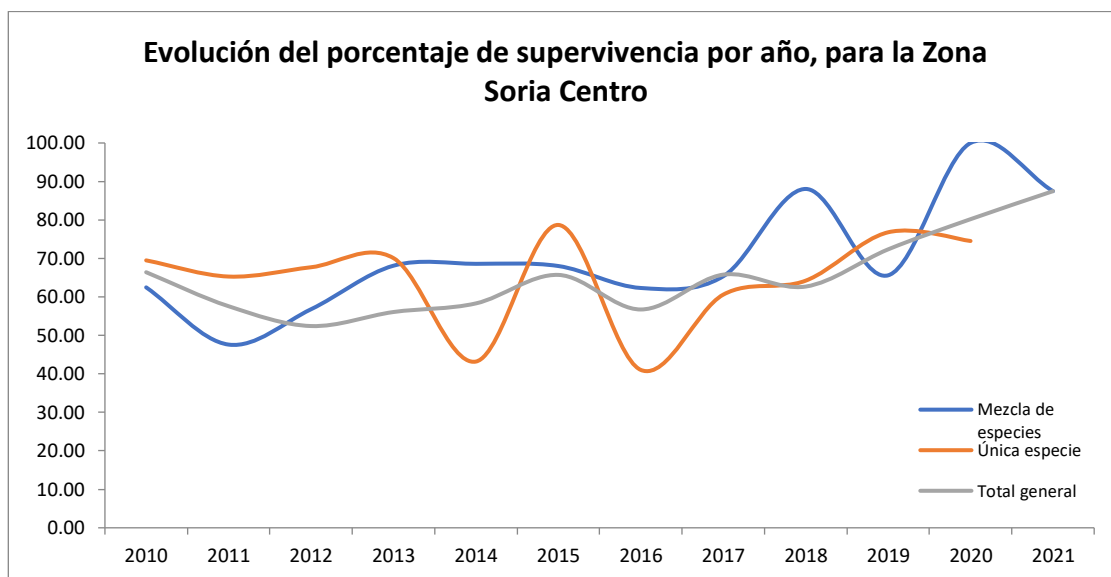
mezcla múltiple Pinus-Quercus		97,92				73,36	46,80		80,33				63,69
mezcla múltiple Quercus	39,81	37,50	99,74					70,93	90,08				63,61
mezcla Pinus		91,52					64,91						72,36
mezcla Pinus-Quercus	62,48	89,48	51,12	38,19	45,59	62,78	44,26	69,13	93,74	65,61	99,99		58,05
mezcla Quercus-Pinus		46,20	54,69	69,69		47,07	85,26						57,28
mezcla Quercus-Quercus		33,77	13,64	64,81	90,91								48,17
Pinus halepensis	62,92		62,50	70,08	50,37	69,73	41,65	81,24	23,12				50,28
Pinus nigra		21,80			15,63		40,61	40,32	46,35	59,53	82,29		45,26
Pinus pinaster		83,55	98,96		65,37		71,84	75,06	86,68	82,44	80,91		74,64
Pinus pinea	69,01	72,64	78,91		18,75	78,43	48,31	76,84	52,51	70,40			64,15
Pinus sylvestris		57,81					43,74			84,35			53,56
Prunus avium		95,92				100,00	18,74	16,66					74,86
Quercus faginea									100,00				100,00
Quercus ilex	76,56	59,99	30,46		65,91	66,66	43,71	73,41	76,66	87,23	60,40		59,10
Quercus pyrenaica							19,69						19,69
Total general	66,41	57,58	52,43	56,08	58,32	65,72	56,73	65,79	62,69	72,35	80,20	87,47	60,63

Con respecto al comportamiento de las diferentes especies o agrupaciones de las mismas, vemos que, al igual que se comentaba en el cómputo global provincial, la supervivencia asociada al *Quercus ilex* va en incremento con el paso del tiempo, mientras que, por norma general, en repoblaciones mixtas, tiende a mantenerse, igual que en las especies del género *Pinus*, salvo en el caso del *nigra*, que presenta un comportamiento similar al de *Quercus ilex*, pero con un porcentaje que crece más rápido.

Porcentaje de supervivencia por categoría y año en la Zona Soria Centro



Respecto a la comparación de esta zona y el resto de las analizadas anteriormente, se observa un mayor equilibrio entre masas mono y pluriespecíficas, así como un mayor volumen de registros, debido a su extensión, que ofrecen la posibilidad de realizar una visión evolutiva más clara.



Por último, cabe analizar las tendencias de las masas según su formación y en este aspecto observamos que las masas mixtas incrementan a un ritmo notablemente mayor que las formadas por una sola especie, pese a que el grueso de registros se concentran en masas monoespecíficas.

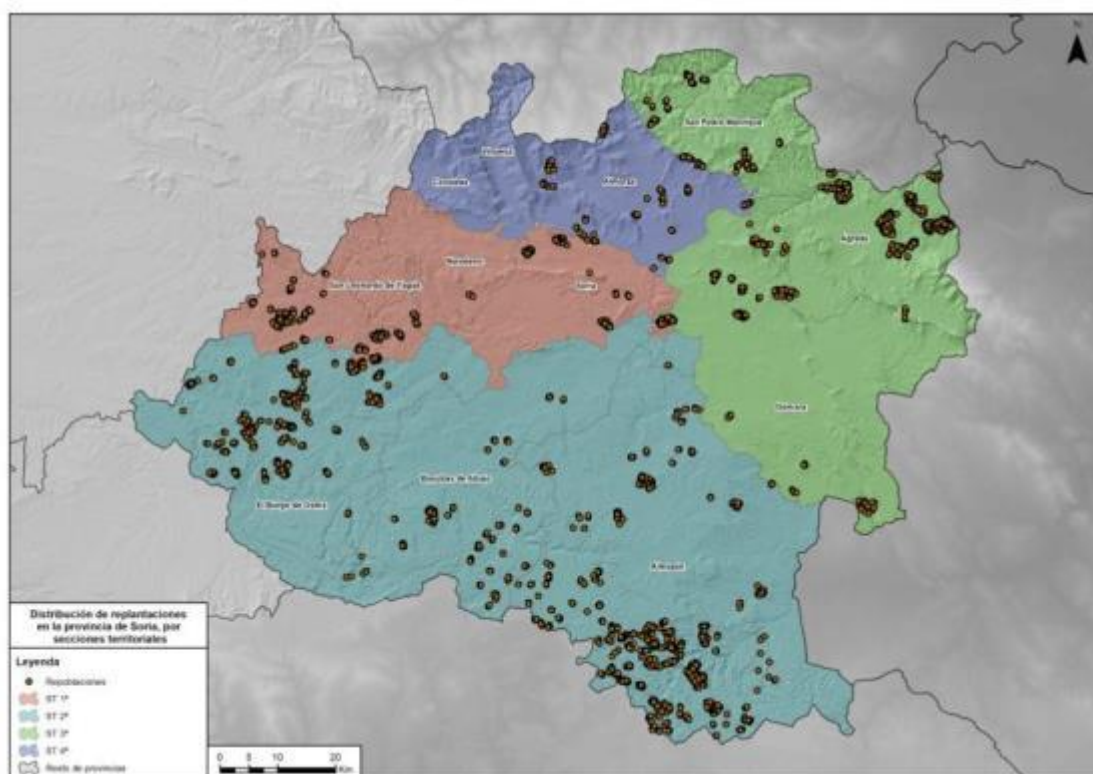
Esto indica la importancia de la resiliencia entre especies, independientemente del género, aunque dependiendo de las condiciones externas a las propias especies que conforman la masa, tendrán mayor adaptación unas poblaciones u otras, si bien en este análisis se aprecia que la presencia de *Pinus* en las masas mixtas hace que mejore la supervivencia de la reforestación.

2.3 SUPERVIVENCIA EN LA PROVINCIA DE SORIA: SECCIONES TERRITORIALES

Otra de las divisiones significativas a la hora de estudiar las repoblaciones son las Secciones Territoriales, agrupando varias comarcas forestales con características similares desde el punto de vista ecosistémico.

De modo que en la provincia de Soria podemos diferenciar 4 de estas Secciones:

- ST1: Ocupa un total de 1.436 km² y se encuentra en la parte centro-este de la provincia, acogiendo a las comarcas de Soria, Navaleno y San Leonardo de Yagüe.
- ST2: Ocupa un total de 5.119 km² y se encuentra en la mitad sur de la provincia, acogiendo a las comarcas de Almazán, Bayubas de Abajao y El Burgo de Osma.
- ST3: Ocupa un total de 2.722 km² y se encuentra al este de la provincia, acogiendo a las comarcas de San Pedro Manrique, Ágreda y Gómara.
- ST4: Ocupa un total de 1.022 km² y se encuentra al norte de la provincia, acogiendo a las comarcas de Almarza, Vinuesa y Covaleta.



2.3.1 Sección Territorial 1ª

Cuenta con un total de 541 registros de reforestaciones y una tasa media de supervivencia de individuos del 73,63%, suponiendo un valor elevado en comparación al resto de divisiones territoriales (tanto en ST como en zonas de repoblación) y notablemente superior a la media para la provincia, situada en 56,8%.

Esto nos hace ver que se trata de la zona más adecuada para desarrollar repoblaciones forestales exitosas a lo largo del tiempo y dentro de ella, la mayor parte de registros se encuentran repartidos entre masas monoespecíficas, con especial importancia de *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris* y *Quercus ilex*, que presentan 190, 107 y 120 registros respectivamente.

Además se puede concluir que dentro de dicho tipo de masas, existe un predominio absoluto de estas 3 especies, puesto que el resto prácticamente no tiene representación, puesto que los registros de otras especies son muy bajos.

Del lado de las masas conformadas por mezcla de especies, destacan en número de registros las mezclas múltiples de *Pinus* y mezcla de *Quercus-Pinus*, con 38 y 21 registros respectivamente y una tasa de supervivencia del 78 y 85%.

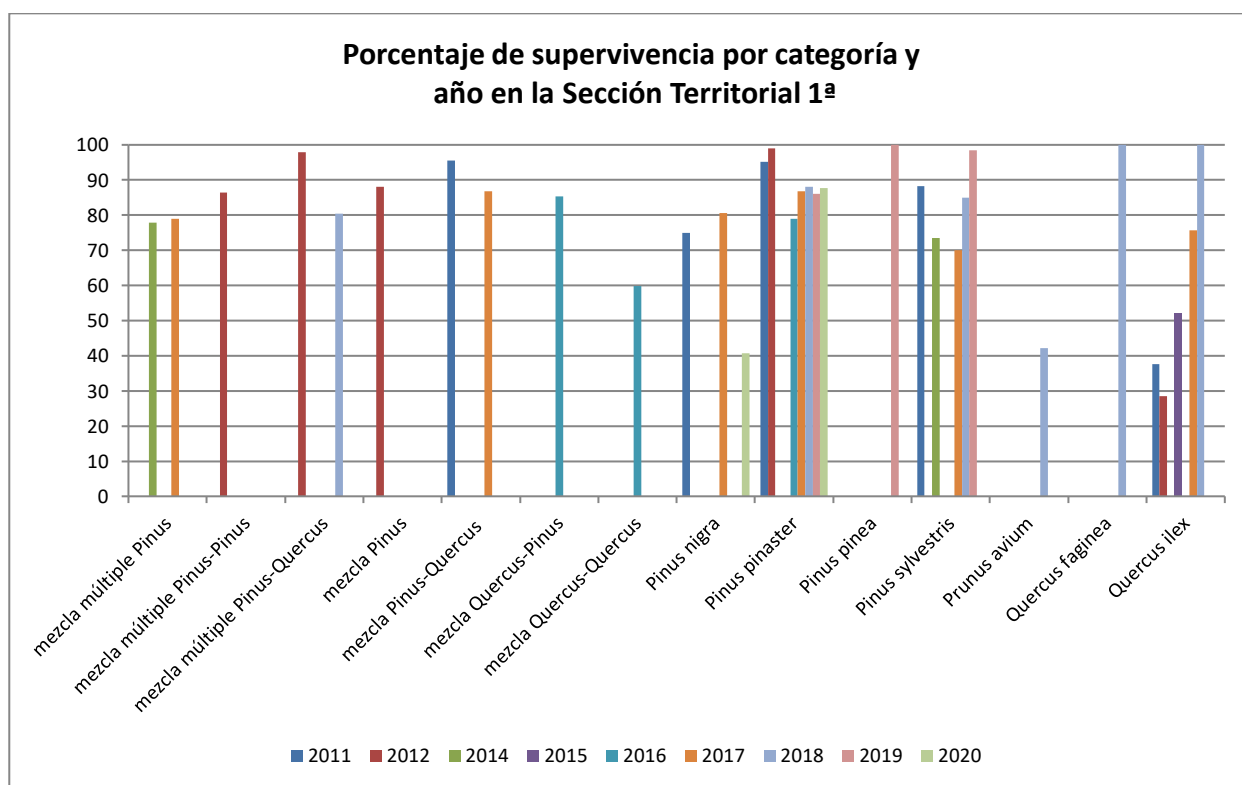
Promedio de éxito	AÑO									
Agrupación	2011	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total general
mezcla múltiple Pinus			77,89			79,03				78,40
mezcla múltiple Pinus-Pinus		86,46								86,46
mezcla múltiple Pinus-Quercus		97,92					80,33			90,22
mezcla Pinus		88,13								88,13
mezcla Pinus-Quercus	95,63					86,71				90,14



mezcla Quercus-Pinus	85,26				85,26			
mezcla Quercus-Quercus	59,82				59,82			
Pinus nigra	75,00				80,68		40,61	62,24
Pinus pinaster	95,17	98,96			78,95	86,88	88,04	86,14
Pinus pinea								100,00
Pinus sylvestris	88,28		73,47		69,98	85,00	98,43	76,22
Prunus avium						42,19		42,19
Quercus faginea							100,00	100,00
Quercus ilex	37,66	28,57		51,93		75,61	100,00	46,83
Total general	56,88	53,70	75,85	51,93	78,94	77,30	83,68	92,80

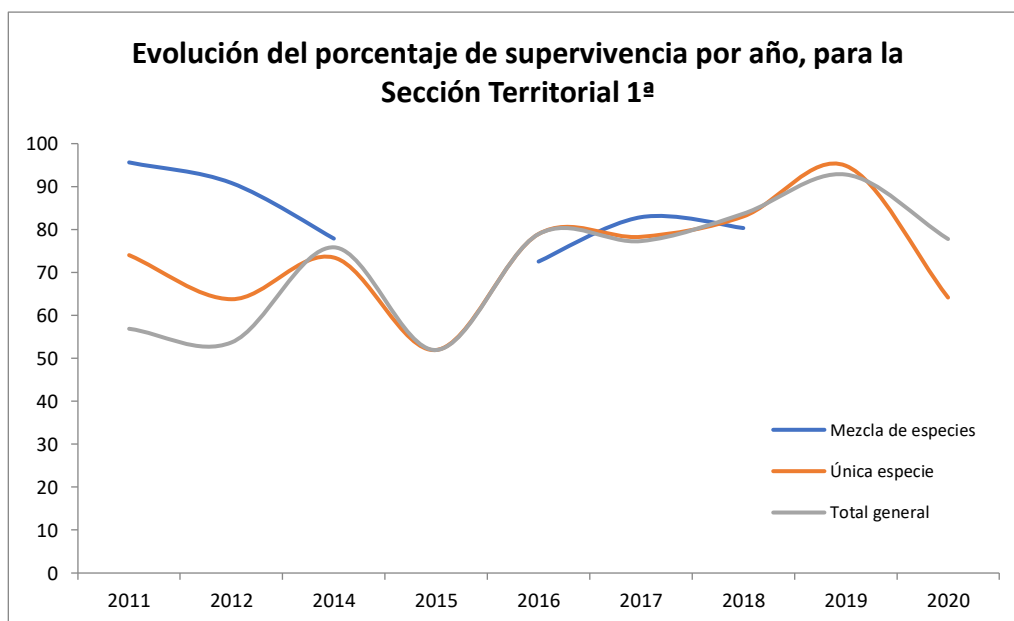
Dentro de la supervivencia de las replantaciones forestales de única especie, destacan los porcentajes de las especies más representativas en esta ST, con 84,62% del *Pinus pinaster*, 76,22 del *sylvestris* y 46,83 del *Quercus ilex*.

Esta última cifra, puede parecer baja si la comparamos con la media de la sección o con otras especies, sin embargo, teniendo en cuenta la evolución experimentada en las masas revisadas a lo largo de los años, se aprecia un gran incremento en los individuos que sobreviven al paso de los años establecidos, mientras que vemos que en el resto de especies y agrupaciones con registros representativos, la tendencia se mantiene.



La tendencia general de las reforestaciones en este área siguen las directrices generales, si bien el porcentaje es mayor al resto; sin embargo, a diferencia del resto de análisis realizados hasta ahora, la línea de tendencia referida a la mezcla de especies, tiende a reducirse a lo largo de los años para los que existen datos, si bien, al carecer de registros en algunos años, no puede verse completamente esta tendencia.

En cualquier caso, los porcentajes de supervivencia para esta ST son elevados y se sitúan entre el 55 y el 85% de media para el reango de años analizado.



2.3.2 Sección Territorial 2ª

Presenta un total de 2.164 registros y una tasa de supervivencia media de los individuos del 53%, lo que la sitúa en la media provincial.

Las masas más representativas por volumen de registros inspeccionados son, por parte de las compuestas por una única especie: *Quercus ilex*, *Pinus halepensis* y *Pinus nigra*, con 464, 276 y 270 registros.

Desde el lado de las masas mixtas, destacan por volumen de registros, la mezcla de *Pinus-Quercus* (245) y la mezcla múltiple de *Pinus* (204), manteniéndose en la media de supervivencia, entre el 50 y 55%.

Respecto a las especies más representativas, dos de ellas superan el 50% de supervivencia a lo largo de los años, de media y el *Pinus nigra* presenta una de los porcentajes de supervivencia más bajos, con un 36,7%.

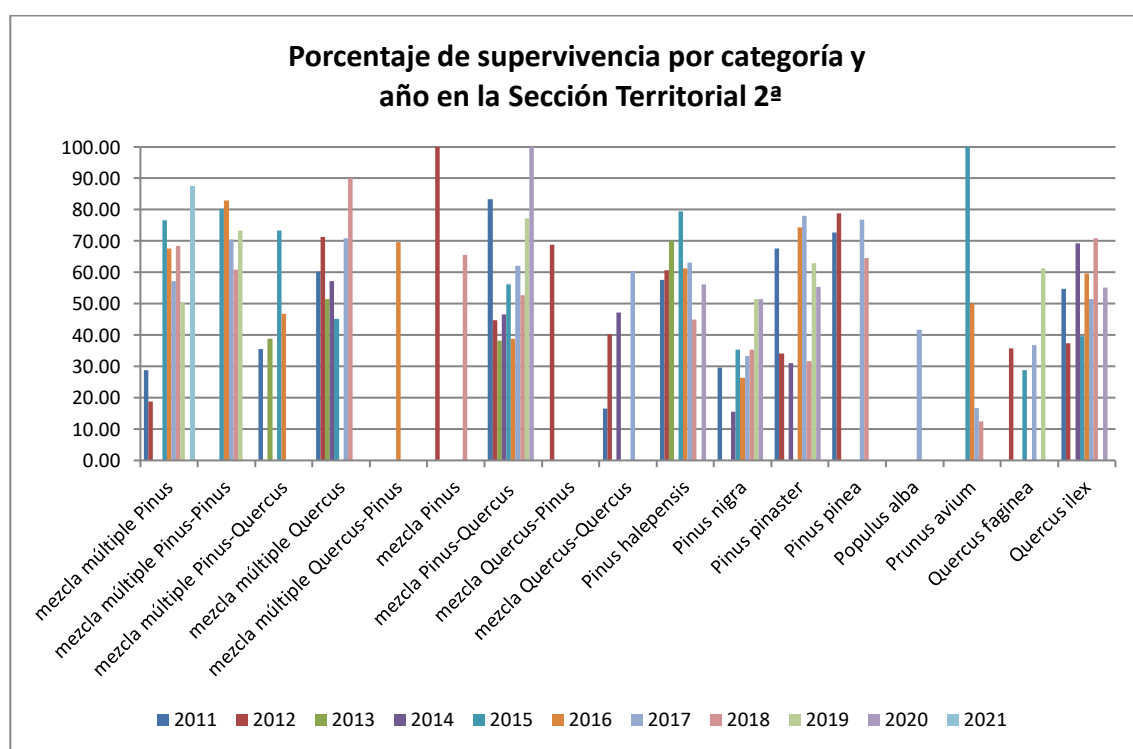
Promedio de éxito	AÑO											
Agrupación	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total general
mezcla múltiple Pinus	28,78	18,75			76,63	67,71	57,24	68,36	50,36		87,47	58,33
mezcla múltiple Pinus-Pinus					80,28	82,87	70,55	60,92	73,42			71,90
mezcla múltiple Pinus-Quercus	35,59		38,81		73,36	46,80						44,05
mezcla múltiple Quercus	60,23	71,21	51,56	57,27	45,21		70,93	90,08				65,14
mezcla múltiple Quercus-Pinus						69,64						69,64
mezcla Pinus		100,0						65,61				79,36
mezcla Pinus-Quercus	83,33	44,69	38,19	46,51	56,23	38,72	62,04	52,80	77,15	99,99		54,63
mezcla Quercus-Pinus		68,75										68,75
mezcla Quercus-Quercus	16,59	40,26		47,22			60,37					33,49



Pinus halepensis	57,63	60,70	70,08		79,39	61,27	63,09	44,97		56,23		53,93
Pinus nigra	29,53			15,63	35,41	26,35	33,29	35,31	51,55	51,55		36,78
Pinus pinaster	67,58	34,19		31,04		74,38	78,10	31,74	62,86	55,45		56,69
Pinus pinea	72,64	78,91					76,84	64,49				73,77
Populus alba							41,65					41,65
Prunus avium					100,00	49,99	16,66	12,50				33,33
Quercus faginea		35,76			28,79		36,73		61,35			38,50
Quercus ilex	54,72	37,42		69,17	39,72	59,70	51,57	70,86		55,16		50,78
Total general	48,80	43,18	43,1	45,72	52,68	60,73	58,63	52,04	56,79	56,89	87,47	53,28

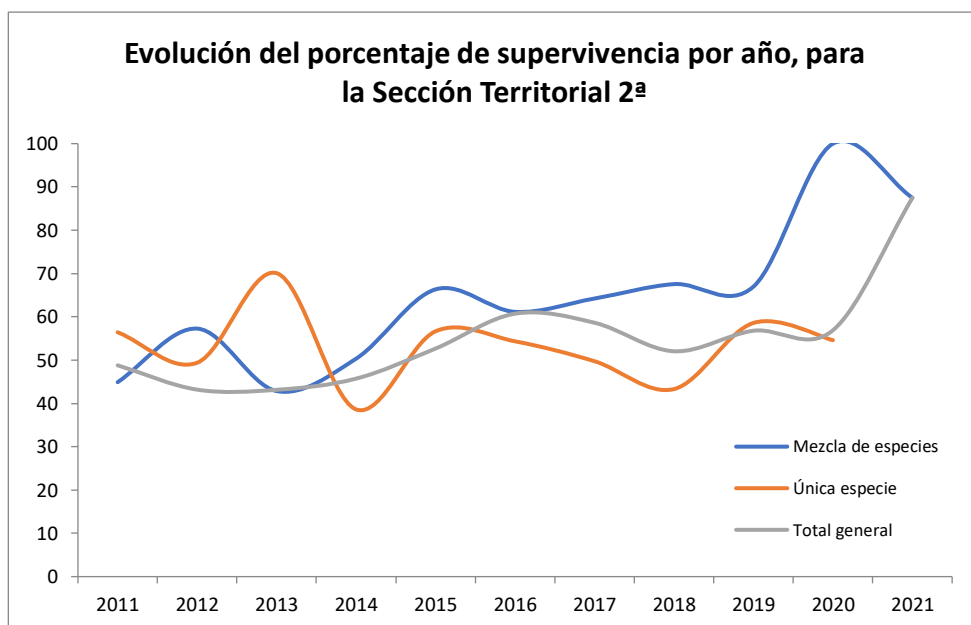
El comportamiento observado en lo que se refiere a la evolución de estos porcentajes, deja entrever que, al igual que en situaciones anteriores, el *Quercus ilex* y *Pinus nigra*, presentan tasas de supervivencia relativamente bajas pero si nos fijamos en la evolución por año, se aprecia un incremento rápido en el porcentaje, mientras que otras especies de pinos, parten de tasas más elevadas que tienden a mantenerse.

Y lo mismo sucede en las agrupaciones de especies, donde dichas cifras tienden a mantenerse, si bien destaca el crecimiento progresivo que experimentan las masas con presencia significativa de ejemplares del género *Quercus*.



En cuanto a la evolución de las reforestaciones en función de si se trata de masas formadas por una especie o por una mezcla de dos o más, se concluye que la tasa de supervivencia general incrementa de forma progresiva, poco a poco, aunque aparece un pico en 2021, que no es representativo, al tratarse de un registro puntual de una de las agrupaciones.

Al comparar ambas curvas, vemos que la referida a especie única se mantiene, mientras que la que hace referencia a la mezcla de especies, experimenta un crecimiento más notable, destacando la importancia de la resiliencia entre especies.



2.3.3 Sección Territorial 3ª

La Sección Territorial 3ª, recoge un total de 1.075 registros, con una media del 57%, acorde con la media provincial y con porcentajes de supervivencia bastante uniformes, salvo en el caso de *Prunus avium*, donde se dispara hasta superar el 80% de media en supervivencia de ejemplares.

De nuevo en este área, existe un predominio de masas monoespecíficas sobre las pluriespecíficas, en lo referido a repoblaciones, siendo las más representativas por volumen de registros, *Pinus halepensis*, *Pinus pinea* y *Quercus ilex*, con 168, 111 y 133 registros y del lado de las agrupaciones: mezcla múltiple de *Pinus* y mezcla de *Pinus-Quercus*.

Respecto a los promedios de las tasas para las mezclas de especies y especies única, observamos una similitud en ambas, por lo que el comportamiento de las agrupaciones sigue el mismo patrón.

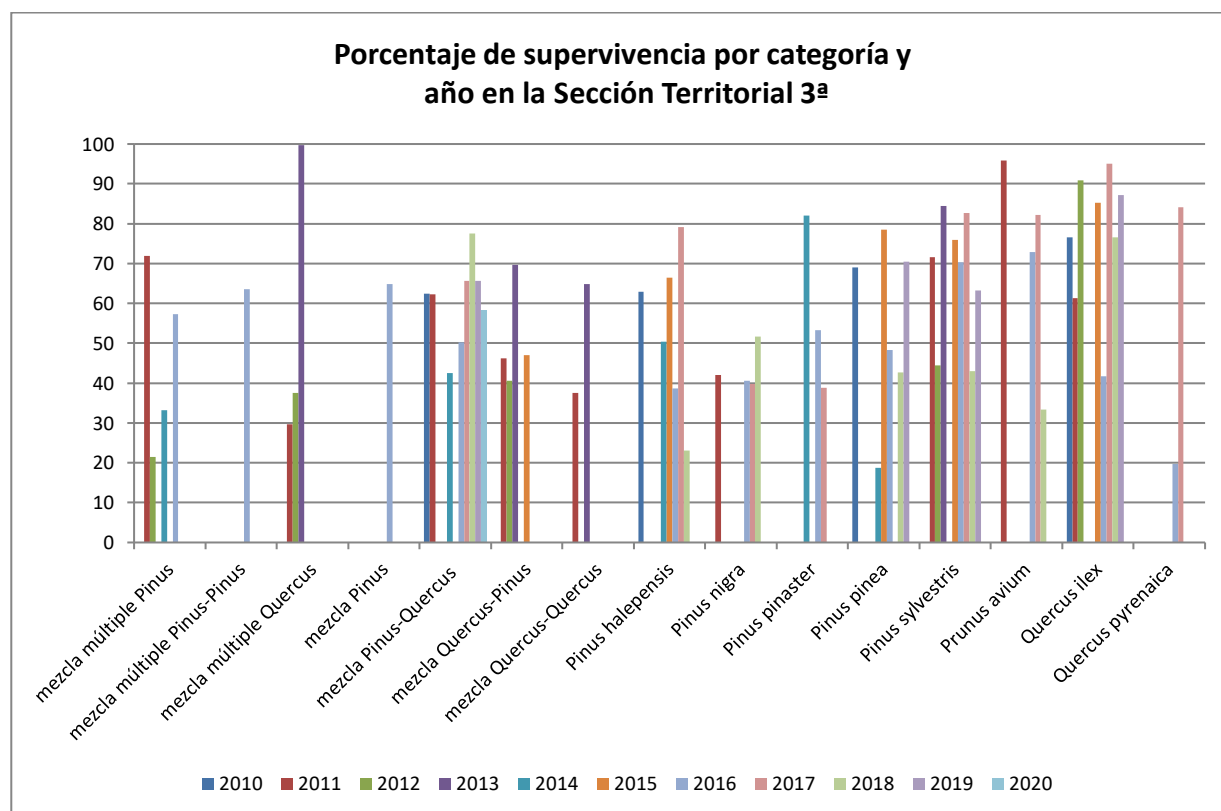
Destaca la supervivencia media de *Prunus avium* en esta sección, al ser elevada, sin embargo, se observan variaciones muy significativas en función del año de revisión de registros, lo cual se puede deber a la variación de las condiciones ambientales dentro de esta sección, que afecta de diferente forma a las masas conformadas por esta especie.

Promedio de éxito	AÑO											
Agrupación	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total general
mezcla múltiple Pinus		71,95	21,53		33,13		57,30					54,11
mezcla múltiple Pinus-Pinus							63,61					63,61
mezcla múltiple Quercus		29,61	37,50	99,74								43,07
mezcla Pinus							64,91					64,91
mezcla Pinus-Quercus	62,48	62,22			42,58		50,23	65,61	77,49	65,61	58,42	63,93
mezcla Quercus-Pinus		46,20	40,63	69,69		47,07						49,08
mezcla Quercus-Quercus		37,50		64,81								49,20

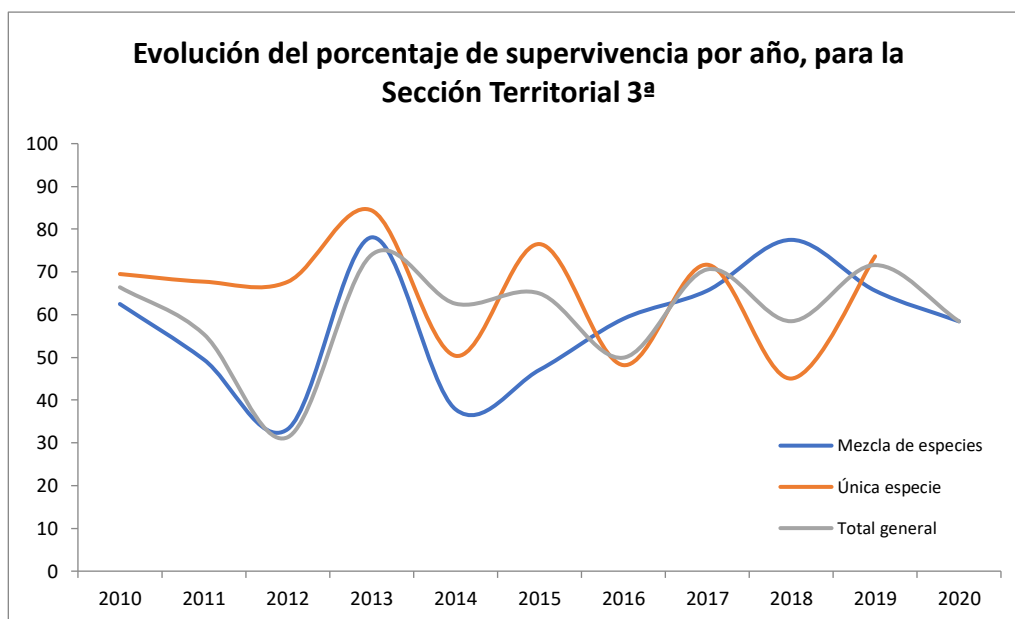


Pinus halepensis	62,92				50,37	66,51	38,59	79,14	23,12			45,58
Pinus nigra		42,05					40,61	39,72	51,68			48,03
Pinus pinaster					81,98		53,26	38,83				61,86
Pinus pinea	69,01				18,75	78,43	48,31		42,63	70,40		56,79
Pinus sylvestris		71,61	44,44	84,38		75,88	70,34	82,66	42,96	63,32		69,42
Prunus avium		95,92					72,91	82,19	33,33			81,01
Quercus ilex	76,56	61,28	90,91			85,20	41,78	95,07	76,54	87,23		59,01
Quercus pyrenaica							19,69	84,08				62,61
Total general	66,41	55,43	31,3	73,99	62,56	64,96	49,93	70,58	58,46	71,59	58,42	57,15

En lo referido al incremento del porcentaje de supervivencia en la Sección Territorial 3ª, destaca que en general, las masas conformadas por una única especie, experimentan un crecimiento a lo largo del tiempo, mientras que en el caso de las reforestaciones mixtas, se tiende a mantener, siendo porcentajes bastante similares, lo que da lugar a pensar que conforme avance el tiempo, las masas monoespecíficas tendrán una supervivencia mayor a la de las masas mixtas, donde se mantendrá estable en mayor o menor medida.



La evolución de la supervivencia en función de la masa tiende al alza progresivamente, situándose entre el 60 y 70% de supervivencia y ambas curvas (una especie y mezcla de especies), presentan una tendencia diferente, puesto que mientras la referida a única especie disminuye su porcentaje según avanzan los años, la curva de las masas mixtas incrementa.



2.3.4 Sección Territorial 4ª

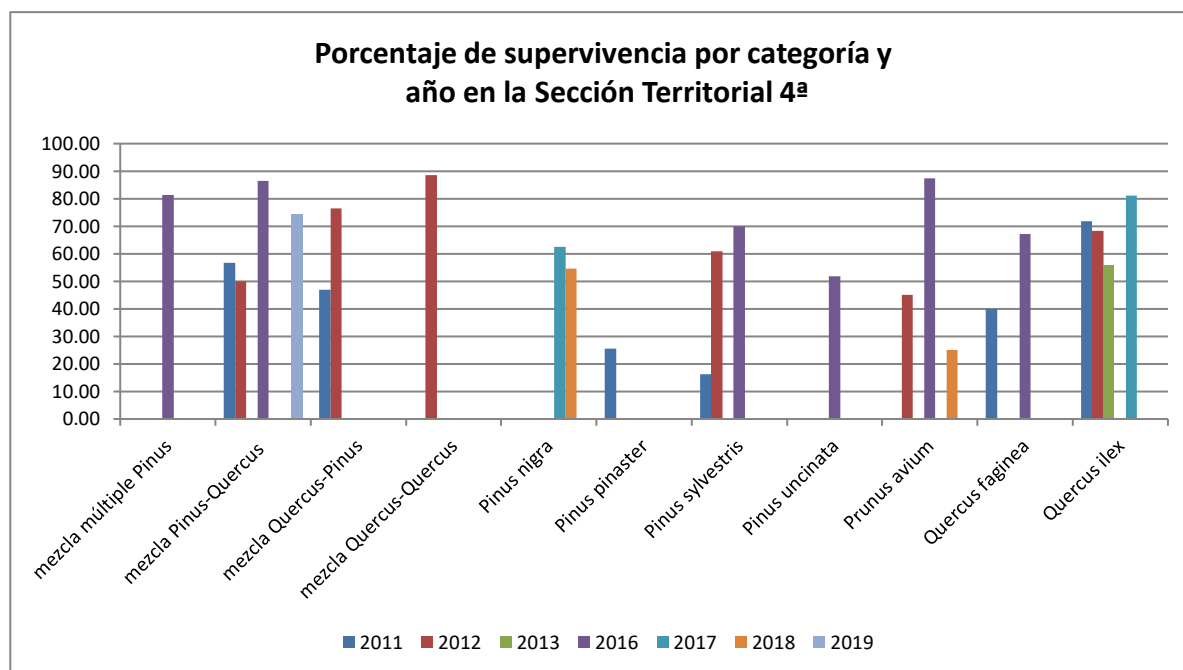
Esta sección cuenta con 193 registros a analizar, por lo que al presentar un volumen de datos más reducido, su análisis puede resultar menos exacto que el realizado en otras áreas.

En este caso, la media de supervivencia para los años con registros superiores a 6 años de antigüedad se establece en 64,4%, siendo superior a la provincial.

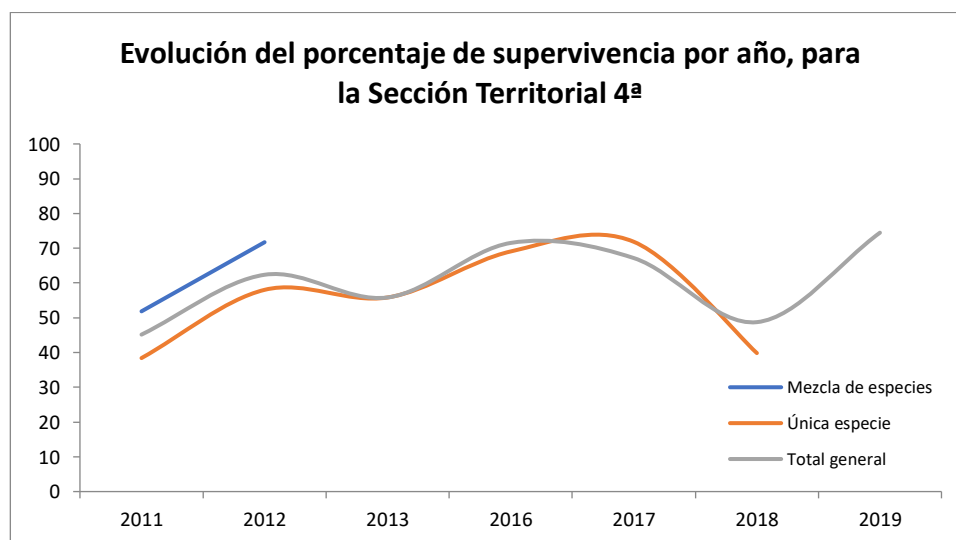
Promedio de éxito	AÑO							
Agrupación	2011	2012	2013	2016	2017	2018	2019	Total general
mezcla múltiple Pinus				81,38				81,38
mezcla Pinus-Quercus	56,82	50,00		86,36			74,47	72,21
mezcla Quercus-Pinus	46,88	76,56						61,72
mezcla Quercus-Quercus		88,64						88,64
Pinus nigra					62,48	54,67		56,80
Pinus pinaster	25,62							25,62
Pinus sylvestris	16,25	60,87		69,94				65,42
Pinus uncinata				51,73				51,73
Prunus avium		45,00		87,47		24,99		49,99
Quercus faginea	39,87			67,17				50,79
Quercus ilex	71,88	68,21	55,83		81,23			65,16
Total general	45,15	62,36	55,83	71,52	67,17	48,74	74,47	64,40

Destaca que los mayores volúmenes de registros, tanto en agrupación como en especie en particular, concuerda con las tasas de supervivencia superiores (por regla general), existiendo un mayor volumen en reforestaciones de una sola especie, aunque la supervivencia media es mayor en las masas mixtas.

Así, es el *Pinus sylvestris* la especie más destacable a nivel global de las masas reforestadas en este área, con registros muy superiores al resto y una tasa de supervivencia superior a la media de la sección.



También cobran un papel importante las masas mixtas de *Pinus* y las de *Quercus ilex*, cuya supervivencia es también superior a la media, si bien, se puede destacar que los 25 registros asociados a mezcla múltiple de *Pinus* fueron revisados en el mismo año (2016), por lo que no se puede conocer la evolución de estas masas en el tiempo.



Desde el punto de vista de la evolución de la supervivencia de individuos, en general, crece progresivamente, oscilando entre el 45 y 65% aproximadamente y al igual que en el resto de análisis desarrollados en este entorno, la tendencia de las masas mixtas es superior y el crecimiento más rápido que en las repoblaciones monoespecíficas.

Podemos concluir entonces que, pese a que la mayoría de registros se centran en reforestaciones de una única especie, la resiliencia interespecífica hace que el porcentaje de supervivencia de los individuos sea superior en las masas mixtas y crezca con mayor rapidez.



Además, dentro de las especies utilizadas en este ámbito, toman un papel determinante algunas de ellas, por volumen de registros, como son el *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris* y *Quercus ilex*, si bien su presencia y capacidad de supervivencia varía según el área en que se encuentren, puesto que las condiciones que caracterizan cada una de ellas, hacen que se facilite o dificulte el crecimiento de cada especie.

Y dentro de los géneros, se observa que los *Quercus*, comienzan con tasas inferiores a la supervivencia de los *Pinus*, sin embargo con el tiempo, el crecimiento del porcentaje es mayor en los primeros y tiende a mantenerse en los pinos, lo que indica que estos ejemplares, se adaptan peor en un inicio a las diversas condiciones del terreno, pero una vez logran mantenerse, tienden a sobrevivir.

2.4 RELACIÓN PRECIPITACIÓN-TEMPERATURA CON EL PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA

La precipitación y la temperatura son dos factores que en su conjunto, resultan determinantes para el desarrollo de las diferentes especies vegetales, si bien cada una de ellas se desarrolla mejor en unas condiciones determinadas de ambos factores.

Así pues se pretende realizar una visión del comportamiento de especies y agrupaciones utilizadas en las reforestaciones en la provincia de Soria, teniendo en cuenta la influencia de estas variables en el promedio de éxito de cada agrupación, puesto que aquellas con un porcentaje de supervivencia más alto, tendrán condiciones de temperatura y precipitación más favorables para esa agrupación determinada.

Agrupacion	Promedio de Precipitación Media	Promedio de Temperatura Media	Promedio de éxito
mezcla múltiple Pinus	550,75	10,86	60,65
mezcla múltiple Pinus-Pinus	508,88	10,84	70,50
mezcla múltiple Pinus-Quercus	531,26	10,62	52,33
mezcla múltiple Quercus	515,63	10,66	59,06
mezcla múltiple Quercus-Pinus	608,15	10,17	69,64
mezcla múltiple Quercus-Quercus	491,08	10,92	93,64
mezcla Pinus	505,54	10,78	70,55
mezcla Pinus-Quercus	525,12	10,74	59,62
mezcla Quercus-Pinus	521,23	10,85	57,58
mezcla Quercus-Quercus	521,93	10,46	42,73
Pinus halepensis	482,11	11,40	51,71
Pinus nigra	530,27	10,33	40,31
Pinus pinaster	562,36	10,54	70,44
Pinus pinea	494,20	11,46	64,52
Pinus sylvestris	731,32	9,15	71,08
Pinus uncinata	887,77	7,30	51,73
Populus alba	512,21	10,29	41,65
Prunus avium	573,22	10,44	62,80
Quercus faginea	516,35	10,30	41,57
Quercus ilex	522,88	10,74	51,68
Quercus pyrenaica	706,73	9,66	62,61
Total general	540,48	10,67	57,99

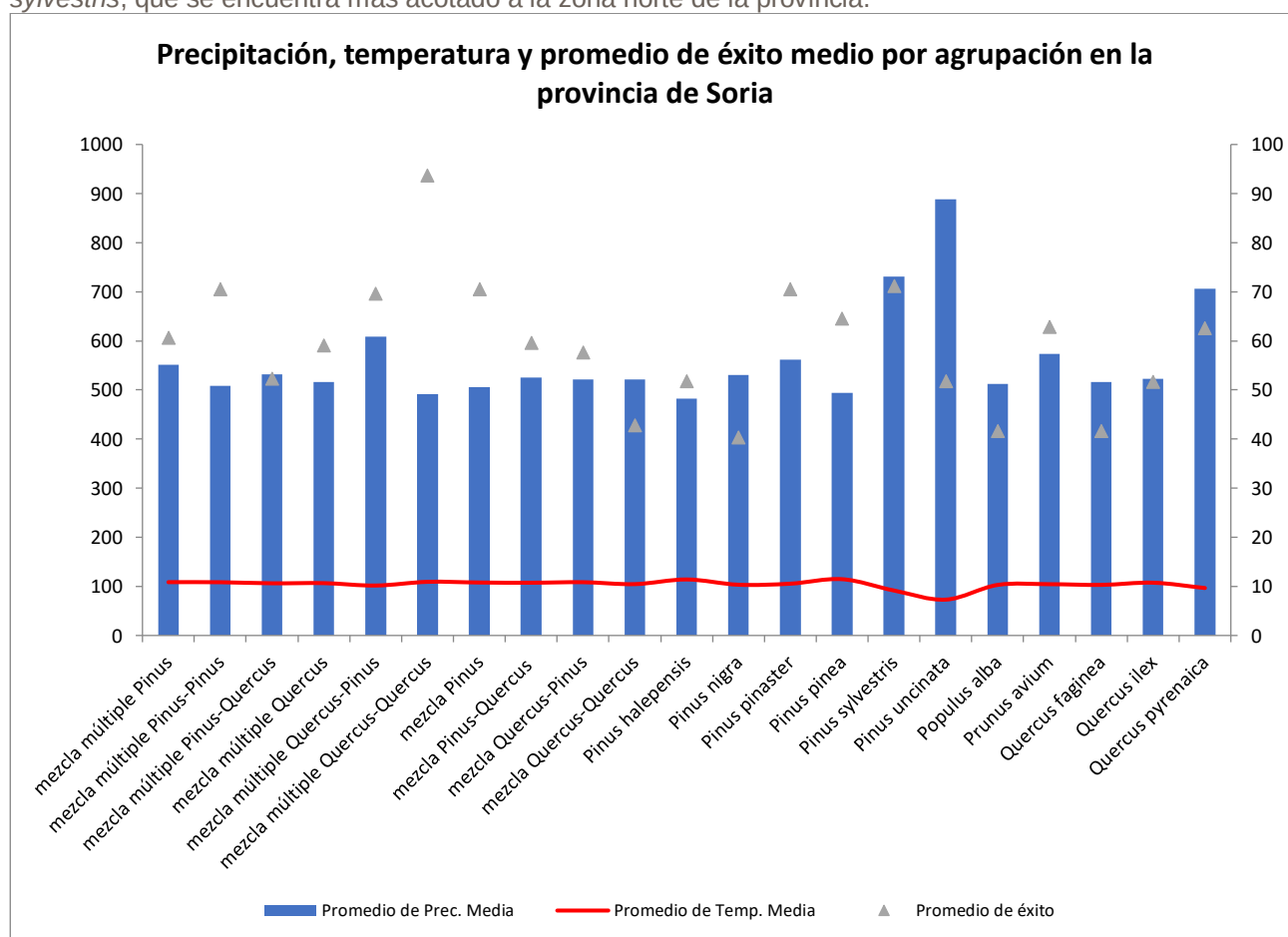


Se observa en primer lugar, que los registros referidos a agrupaciones de *Quercus* con otras especies del mismo género, presenta una tasa de supervivencia muy elevada, a la vez que presenta la segunda media de precipitación más baja y una de las más elevadas del lado de la temperatura media, por lo que se puede concluir que dicha agrupación, responde de forma muy favorable en estas condiciones.

Destacan, de la parte de mezcla de especies, la mezcla múltiple de *Pinus-Pinus* (varias especies) y la mezcla de *Pinus* (2 especies), que presentan porcentajes de supervivencia elevados que indican un buen desarrollo de las masas reforestadas, con unas condiciones de precipitación inferior a la media y temperaturas ligeramente superiores.

Y en lo que se refiere a masas monoespecíficas, podemos ver que la mayor tasa la presenta el *Pinus sylvestris*, con un 71,08%, que se desarrolla adecuadamente en un ambiente húmedo y más frío que el resto.

Por detrás se encuentra el *Pinus pinaster*, con un porcentaje del 70,44% y condiciones próximas a la media en ambas variables; además, el reparto más o menos homogéneo en la provincia de Soria, nos hace ver que dicha especie se adapta bien a las condiciones ofrecidas por el territorio, a diferencia del *Pinus sylvestris*, que se encuentra más acotado a la zona norte de la provincia.



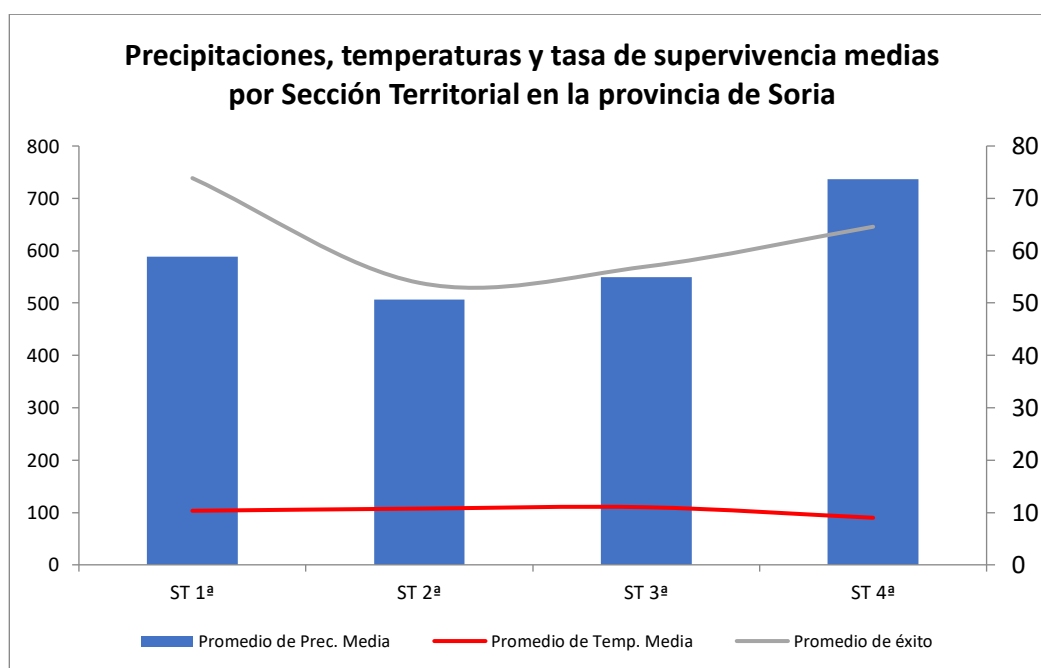
La gráfica adjunta, ofrece una imagen más visual de los datos ofrecidos en la table y en este gráfico, llama la atención la baja tasa de supervivencia del *Pinus uncinata* (51%), con unas condiciones similares de temperatura y precipitación que el *Pinus sylvestris*, incluso más húmedas y frías, lo que indica que no son las mejores condiciones desde este punto de vista para la especie.



Por otro lado, las supervivencias medias más bajas (inferiores al 50% de ejemplares vivos) se corresponden con las agrupaciones de dos especies de *Quercus*, del lado de masas con presencia de varias especies, con un 42,7%. Esto destaca teniendo en cuenta que la mezcla múltiple de *Quercus* ofrece la tasa más alta.

Dicha diferencia puede radicar en el resto de condiciones ligadas a los diferentes factores (suelos, pH, textura, pendiente, altitud, etc) a los que están sometidas estas masas, o bien a que el número de registros son reducidos en ambos casos y muy localizados en el ámbito geográfico como para poder determinar correctamente su comportamiento.

Del lado de las especies únicas presentes en las repoblaciones forestales, son el *Pinus nigra*, el *Populus alba* y el *Quercus faginea* los peores adaptados.

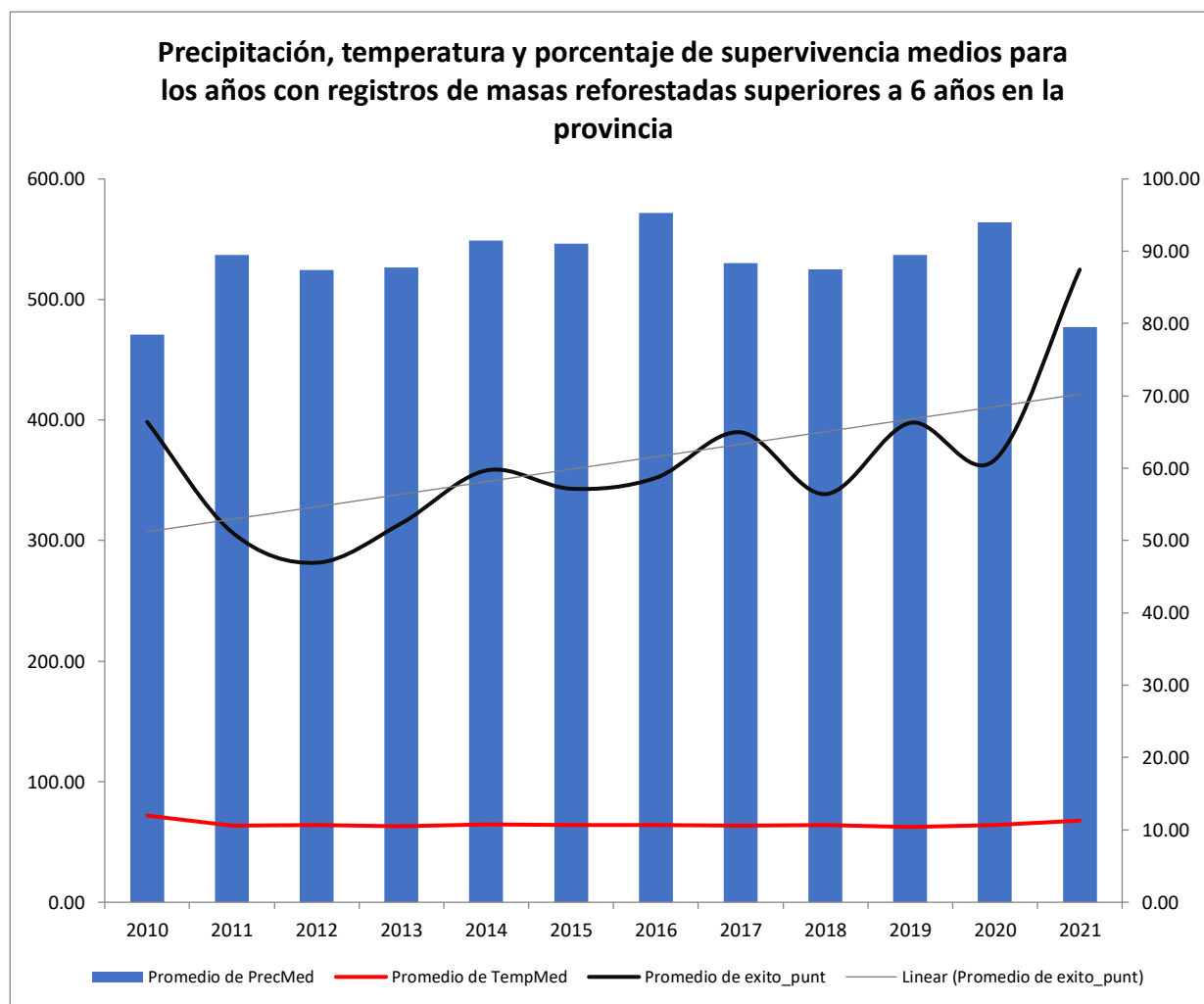


Si tenemos en cuenta las condiciones de temperatura y precipitación de las diferentes Secciones Territoriales y el promedio de éxito de todas las especies y agrupaciones, se puede apreciar que la Sección 4ª, que ocupa la zona norte de la provincia, presenta unas condiciones notablemente más húmedas que el resto, con una precipitación media de en torno a 750 mm anuales y una temperatura ligeramente inferior al resto.

Dicha Sección, presenta el segundo porcentaje de supervivencia más elevado, por detrás de la Sección Territorial 1ª, que ocupa el área central-este de la provincial y unas condiciones más templadas y menos lluviosas, superando aún así la media de precipitaciones.

Se puede determinar observando este gráfico, que la temperatura experimenta variaciones ligeras entre las secciones y este factor no es determinante para la variación de las tasas de supervivencia en las diferentes secciones.

Sin embargo, vemos cómo la precipitación sí que condiciona en mayor medida estos porcentajes, si bien las condiciones favorables de temperatura también determinan la supervivencia de los individuos, ligado a las precipitaciones; pero se aprecia de forma clara, la relación precipitación – supervivencia.



Por ultimo, se ofrece un gráfico que muestra las medias de temperatura, precipitación y porcentaje de supervivencia de individuos para cada uno de los años que componen la variable temporal establecida para este análisis.

En él, se observa además la línea de tendencia de dicha supervivencia para estimar su evolución y cabe destacar que, pese a que tanto precipitación como temperature se mantienen con pocas variaciones anuales, la tendencia en supervivencia de individuos incrementa, lo que indica que con unas condiciones favorables y mantenidas para el desarrollo de las especies afectadas, el comportamiento de las mismas se inclina hacia una mayor estabilidad en las masas, referido al número de individuos vivos, es decir, conforme crece el estado de la masa, los individuos se adaptan cada vez mejor al terreno, puesto que se aprecia un porcentaje cada vez menor de ejemplares muertos a lo largo del tiempo.



La regeneración natural en la provincia de Soria

3. Estudio de la regeneración en la provincia de Soria

3.1 ESTADO GENERAL DE LA REGENERACIÓN EN LA PROVINCIA DE SORIA

En este trabajo se ha estudiado el estado regenerativo de las masas forestales en la provincia de Soria durante los últimos 30 años (1990 a 2020). La superficie forestal en la provincia de Soria supone un 40.66%, siendo el 37.8% ocupado por las especies seleccionadas en el proyecto (*Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, *Fagus sylvatica*, *Juniperus thurifera*, *Quercus ilex*, *Quercus pyrenaica* y *Quercus faginea*). Este estudio de la regeneración en la provincia de Soria, arroja un total de 24151.86 ha en regeneración de la masa forestal, lo que supone un 5.8% sobre la superficie forestal de la provincia. La siguiente tabla muestra la superficie en regeneración de cada especie seleccionada en el proyecto.

Tabla 01. Superficie en regeneración de cada especie seleccionada en el proyecto.

Especie	Superficie en regeneración (ha)	Superficie total (ha)	Superficie en regeneración (%)
<i>Pinus sylvestris</i>	9216.63	77743.41	11.86
<i>Pinus pinaster</i>	6872.31	64585.62	10.64
<i>Quercus pyrenaica</i>	3825.00	38682.89	9.89
<i>Pinus nigra</i>	1886.67	22782.70	8.28
<i>Fagus sylvatica</i>	97.74	3062.41	3.19
<i>Quercus faginea</i>	530.64	27542.88	1.93
<i>Quercus ilex</i>	1222.92	98239.19	1.24
<i>Juniperus thurifera</i>	485.19	57955.30	0.84

La Figura 01 muestra una vista general del estado de la regeneración para toda la provincia de Soria. Además de una zona en detalle, donde se observa el estado de la regeneración en las zonas donde se ha detectado presencia y el año desde el cual existe el punto de inflexión hacia la ganancia de masa forestal.

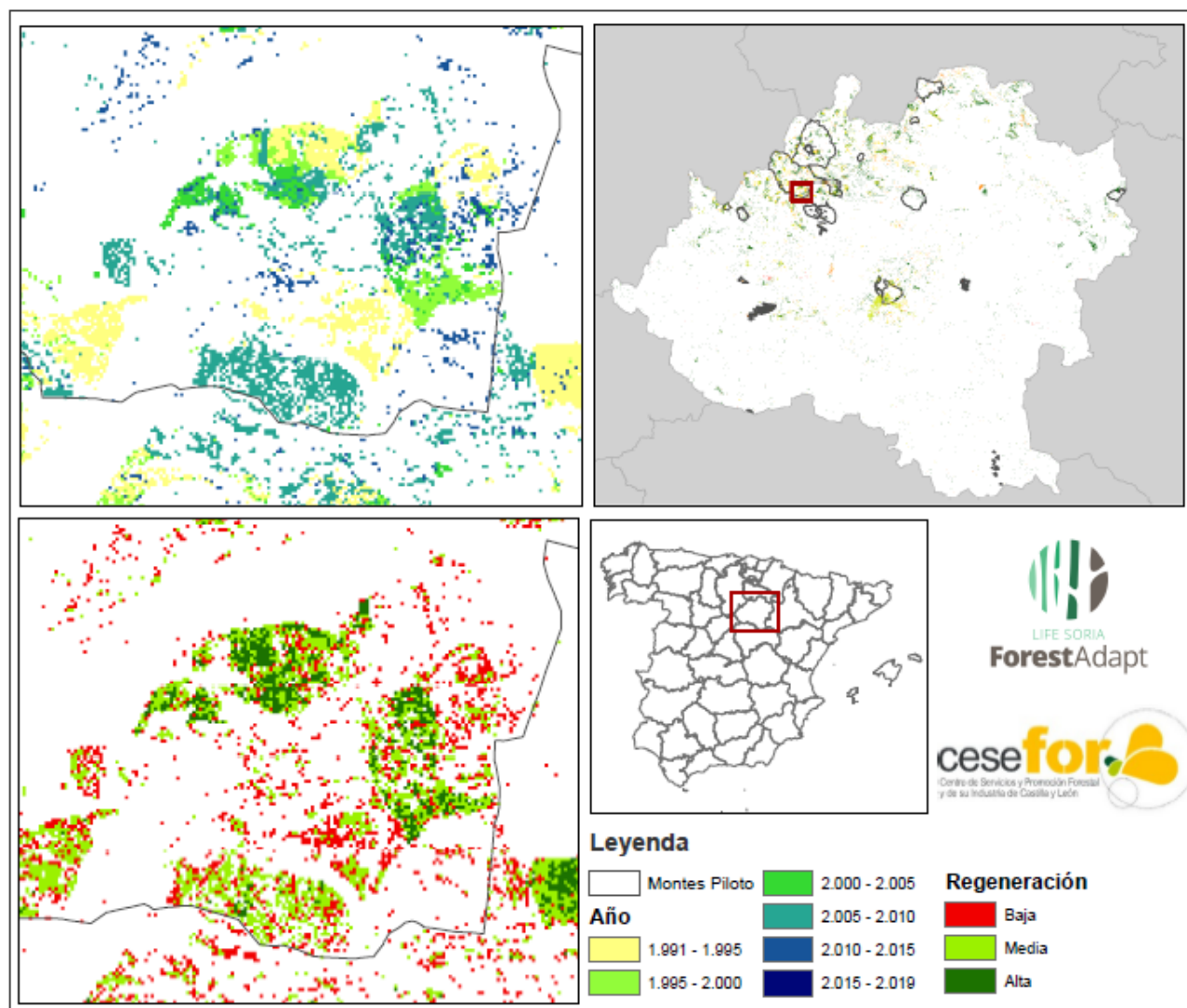


Figura 01: Análisis de la evolución de la regeneración en la provincia de Soria.

2. AREAS DE ESTUDIO

Para el estudio de la regeneración en la provincia de Soria, se han seleccionado cuatro áreas de estudio con diferentes casuísticas donde se ha estudiado la evolución de la regeneración en los últimos 30 años, desde 1990 a 2020. Las áreas de estudio han sido localizadas dentro de los montes piloto del proyecto buscando variabilidad entre las especies objeto de estudio y el origen del inicio de la regeneración. En concreto se ha seleccionado dos zonas cubiertas por *Pinus sylvestris*, una de ellas en la que ha realizado una corta de regeneración por fajas, y la otra donde se ha hecho la corta de regeneración en varios tiempos a lo largo del periodo de estudio. La tercera zona está cubierta por *Pinus pinaster* tras un evento extremo provocado por un gran incendio forestal. Por último, ha sido seleccionada una masa natural donde la especie principal es el *Pinus nigra*.



2.1.1. Área de estudio 1: Regeneración en masas de *Pinus sylvestris* en Soria.

Dentro del área de estudio 1 se han seleccionado dos zonas donde los aprovechamientos son ligeramente diferentes con el objeto de ver con mayor claridad la evolución de la regeneración después de realizar un aprovechamiento forestal.

2.1.1.1. Área de estudio 1A: Regeneración en una masa de *Pinus sylvestris* después de una corta a hecho por fajas.

Esta primera zona corresponde con una masa de *Pinus sylvestris* localizada en monte MUP 172 Pinar Grande, donde se han realizado una corta a hecho por fajas. Parece que la vegetación se ha establecido en esta zona en tres bloques los cuales también se reflejan en la evolución de la regeneración como puede verse en la Figura 02 (iv). Donde en las zonas en las que primero se ha establecido la vegetación tenemos niveles de regeneración más alta.

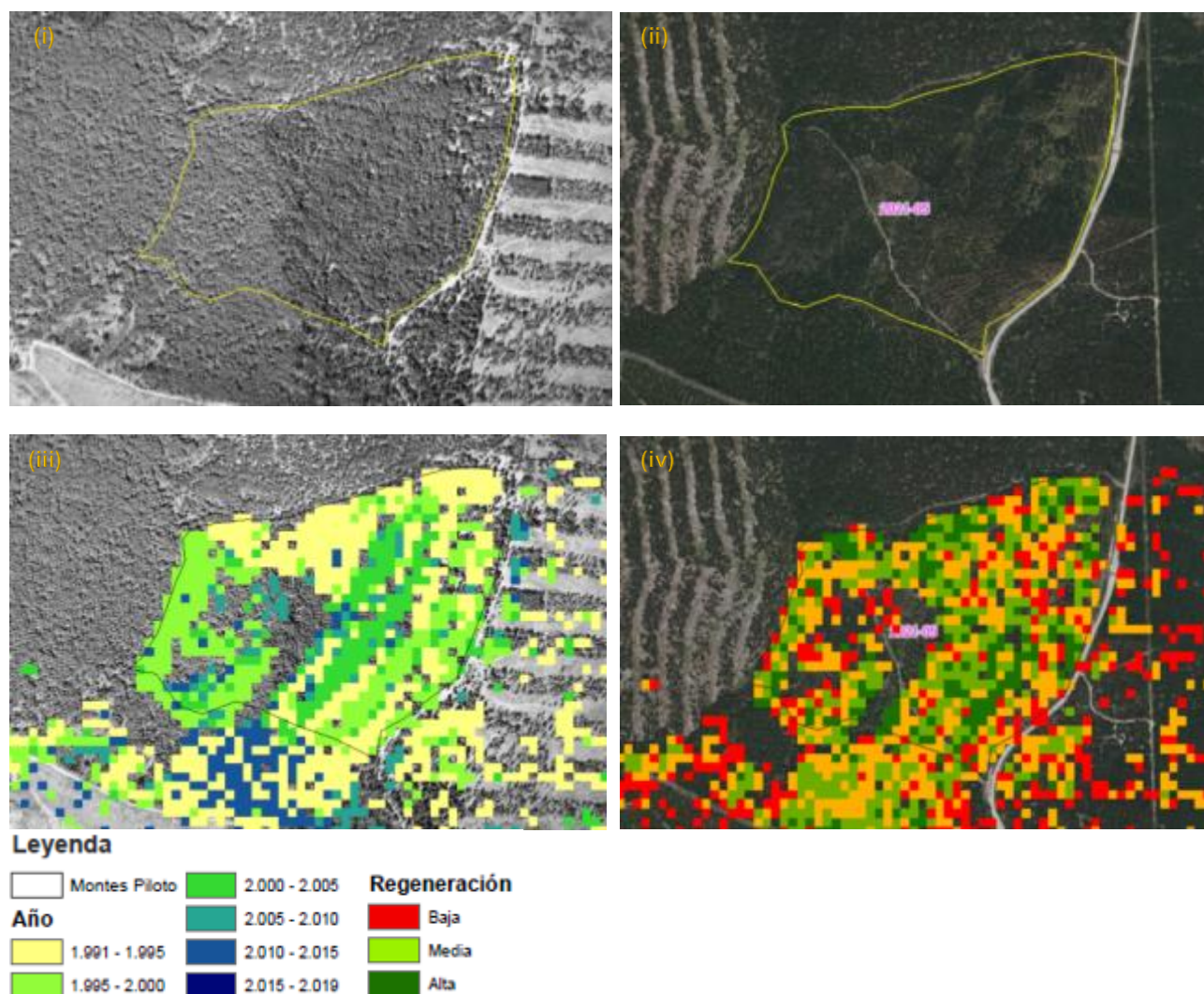


Figura 02: Área de estudio 1A: (i) Imagen tomada entre 1973 y 1986, (ii) Imagen de máxima actualidad de 2021, (iii) Año de inicio de la regeneración y (iv) Estudio de la evolución de la regeneración de los últimos 30 años (1990 - 2020).



En la Figura 03, podemos ver que en cuanto a las variables climáticas no existe una variación climática significativa precipitación acumulada anual, aunque si existe un ligero aumento en la tendencia de la temperatura media anual. En cuanto al Índice de Vegetación Normalizada (NDVI), vemos que la tendencia de la respuesta espectral de la vegetación es positiva a lo largo del tiempo, por lo que podemos entender que, en estos casos, la evolución de la regeneración del *Pinus sylvestris* después de una corta a hecho es positiva.

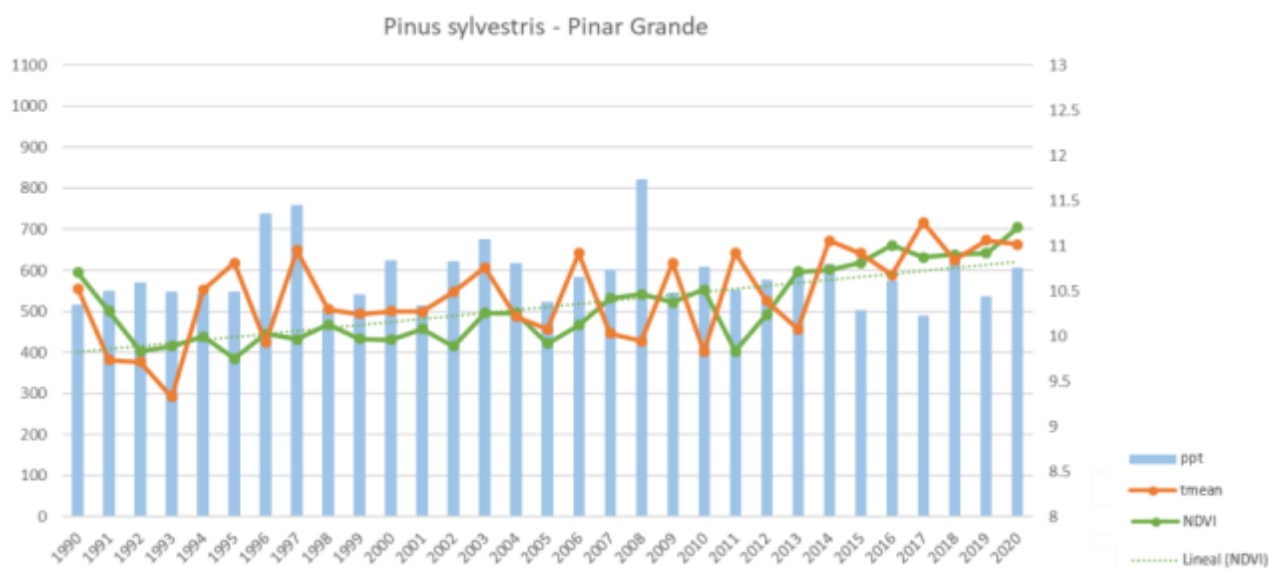


Figura 03: Área de estudio 1A: Evolución de los datos climáticos y del índice de vegetación normalizado NDVI en una masa de *Pinus sylvestris* en el MUP 172 "Pinar Grande" del municipio de Soria (Soria).



Figura 04: Área de estudio 1A: Imagen tomada en el área de estudio (*Pinus sylvestris* - MUP 172 "Pinar Grande" municipio de Soria (Soria)).

2.1.1.2. Área de estudio 1B: Regeneración en una masa de *Pinus sylvestris* después de una corta a hecho.

Igualmente, esta segunda zona corresponde con una masa de *Pinus sylvestris* localizada en monte MUP 172 Pinar Grande, pero con la diferencia de la ejecución del aprovechamiento forestal a través de una corta a hecho en dos tiempos. En este caso, la Figura 05 muestra una masa forestal coetánea inicialmente y que la vegetación se ha establecido de forma bastante homogénea por toda la superficie cortada. Sin embargo, existen algunos puntos concretos donde parece que la vegetación no ha conseguido establecerse correctamente, especialmente en la parte b más al noroeste, pudiendo ser causa de cambios en las características locales del suelo.

La precipitación y temperatura de esta segunda zona muestra ser muy parecida con la anterior zona de estudio ya que solamente les separa algunos kilómetros de distancia. Las Figuras 06 y 07 muestra la evolución de la regeneración en términos de NDVI desde las correspondientes fechas de corta en cada uno de los casos. No existiendo variación en la precipitación acumulada, pero con un ligero incremento de la temperatura media anual. Si parece haber una tendencia positiva en cuanto al aumento del índice de vegetación normalizado en el tiempo tras la intervención.

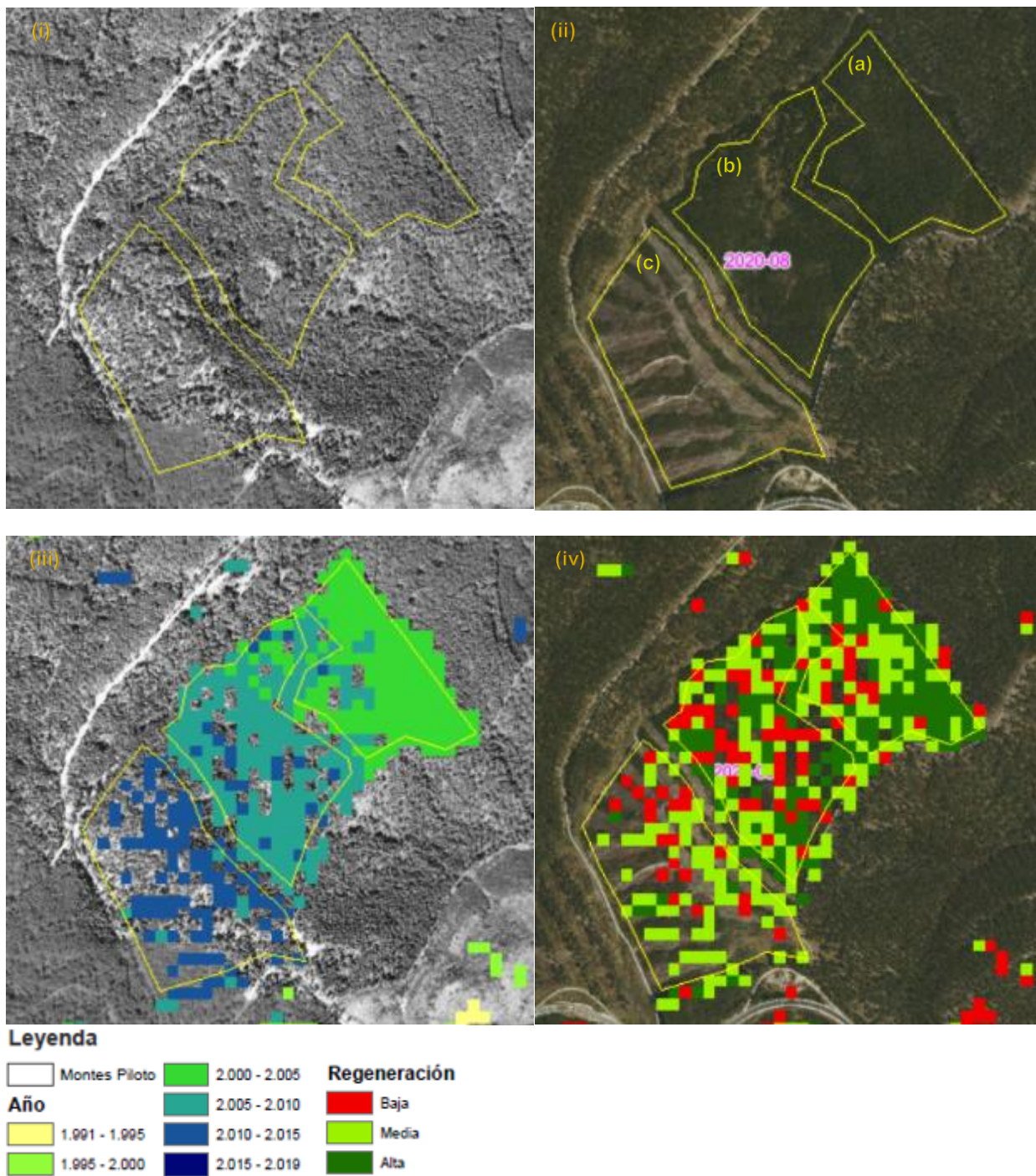


Figura 05: Área de estudio 1B: (i) Imagen tomada entre 1973 y 1986, (ii) Imagen de máxima actualidad de 2020, (iii) Año de inicio de la regeneración y (iv) Estudio de la evolución de la regeneración de los últimos 30 años (1990 - 2020).



Pinus sylvestris - Pinar Grande (a)

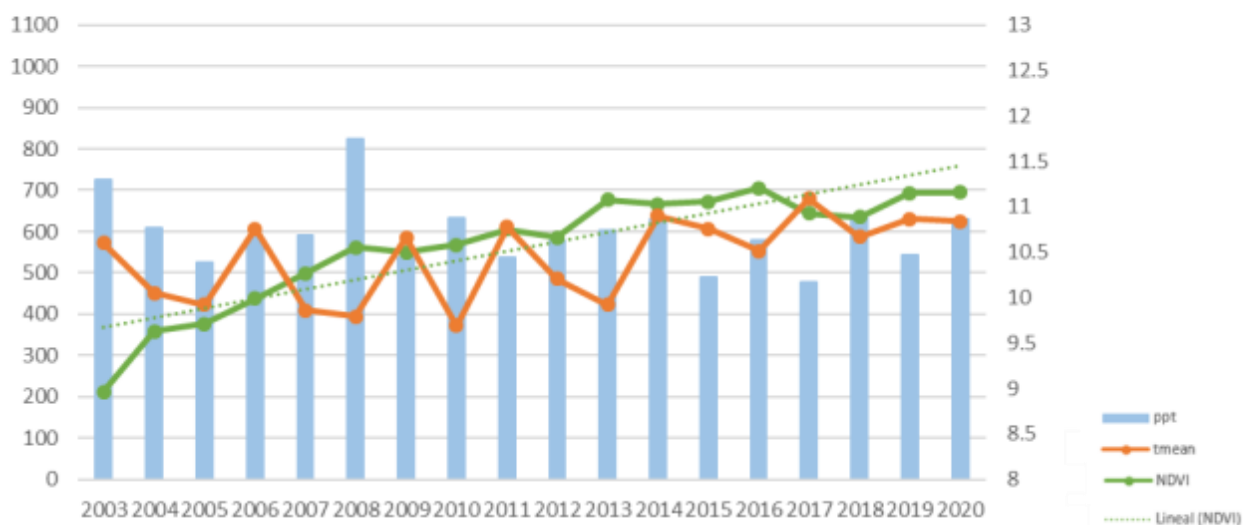


Figura 06: Área de estudio 1B (a): Evolución de los datos climáticos y del índice de vegetación normalizado NDVI en una masa de *Pinus sylvestris* en el MUP 172 "Pinar Grande" del municipio de Soria (Soria).

Pinus sylvestris - Pinar Grande (b)

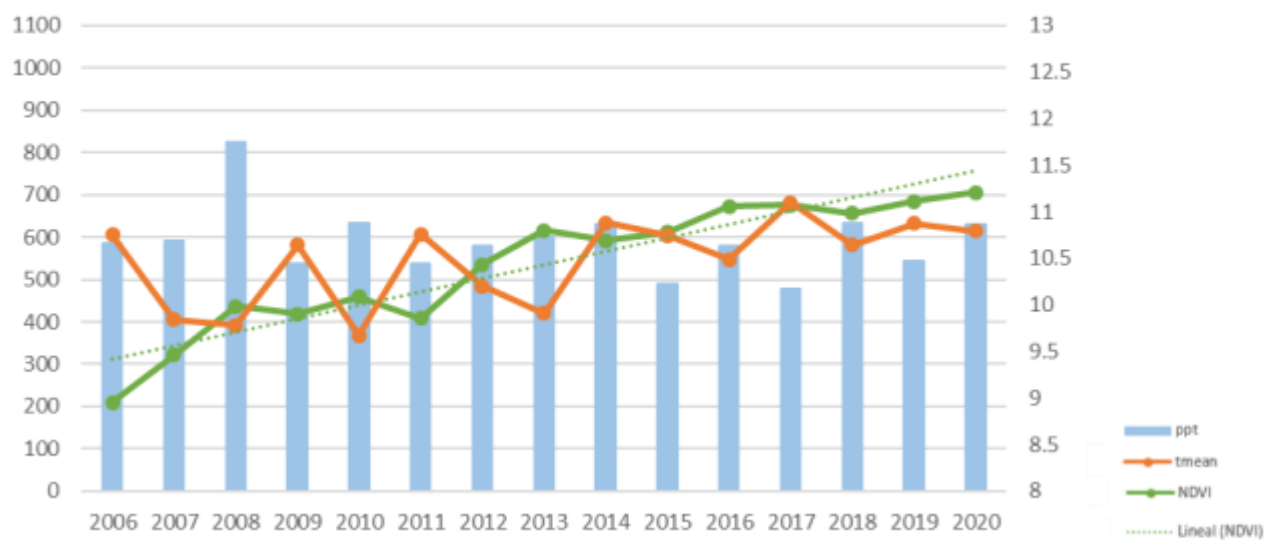


Figura 07: Área de estudio 1B (b): Evolución de los datos climáticos y del índice de vegetación normalizado NDVI en una masa de *Pinus sylvestris* en el MUP 172 "Pinar Grande" del municipio de Soria (Soria).



Figura 08: Área de estudio 1B(b): Imagen tomada en el área de estudio (*Pinus sylvestris* - MUP 172 "Pinar Grande" municipio de Soria (Soria).



Figura 09: Área de estudio 1B(c): Imagen tomada en el área de estudio (*Pinus sylvestris* - MUP 172 "Pinar Grande" municipio de Soria (Soria).



2.1.2. Área de estudio 2: Regeneración en masas de *Pinus pinaster* después de un gran incendio forestal en la provincia de Soria.

Esta área de estudio se ha seleccionado por especial interés en el análisis de la evolución de la regeneración después de un evento extremo como puede ser un gran incendio forestal. En esta zona se produjo un gran incendio forestal en el año 2000 en el que fueron devastadas cerca de 2500 ha de superficie forestal arbolada principalmente por *Pinus pinaster*.

La Figura 11 muestra como antes del incendio existía una masa forestal más o menos homogénea que fue devorada por las llamas. Después del evento, se ha establecido un aumento constante de la vegetación reflejada con el aumento del índice de vegetación normalizada más o menos uniformemente repartido por toda la superficie. Además, pueden verse zonas puntuales donde parece que el estado de la regeneración es peor, quizás coincidiendo con zonas de elevada pendiente donde la erosión del suelo hace que difícilmente puede establecerse vegetación.

En cuanto a la climatología, en este caso, podemos observar misma tendencia que en los casos anteriores con la salvedad de que la pluviometría acumulada anualmente es más baja y la temperatura media ligeramente más alta. El índice de vegetación normalizada (Figura 10), permanece estable en valores altos hasta el momento del incendio indicando una masa estable. Tras el incendio, el valor del NDVI disminuye de forma prominente, y a partir del año siguiente comienza su incremento paulatino, llegando a valores previos al incendio en torno a los 20 años después del mismo cuando el estado de la regeneración ya está ciertamente establecida.

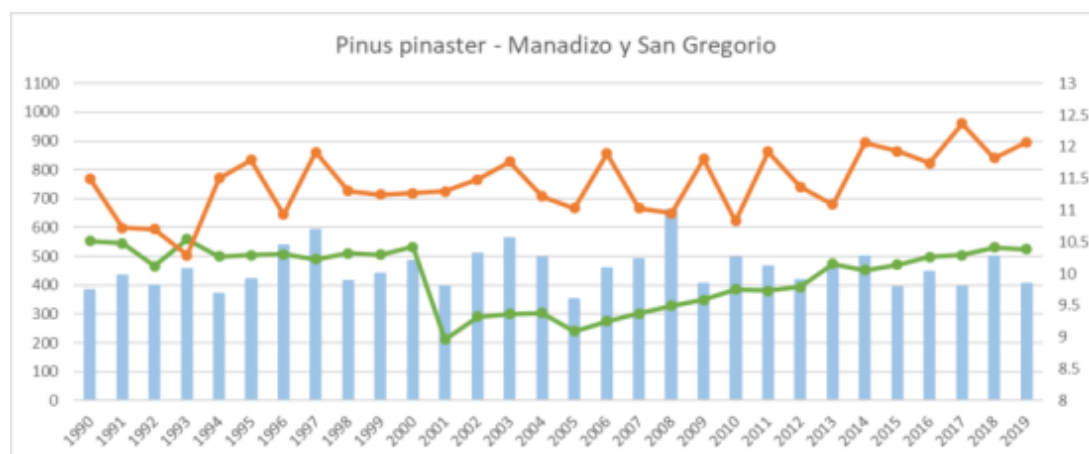


Figura 10: Área de estudio 2: Evolución de los datos climáticos y del índice de vegetación normalizado NDVI en una masa de *Pinus pinaster* en el MUP 185 "Manadizo y San Gregorio" de Bayubas de Abajo (Tardelcuende - Soria).

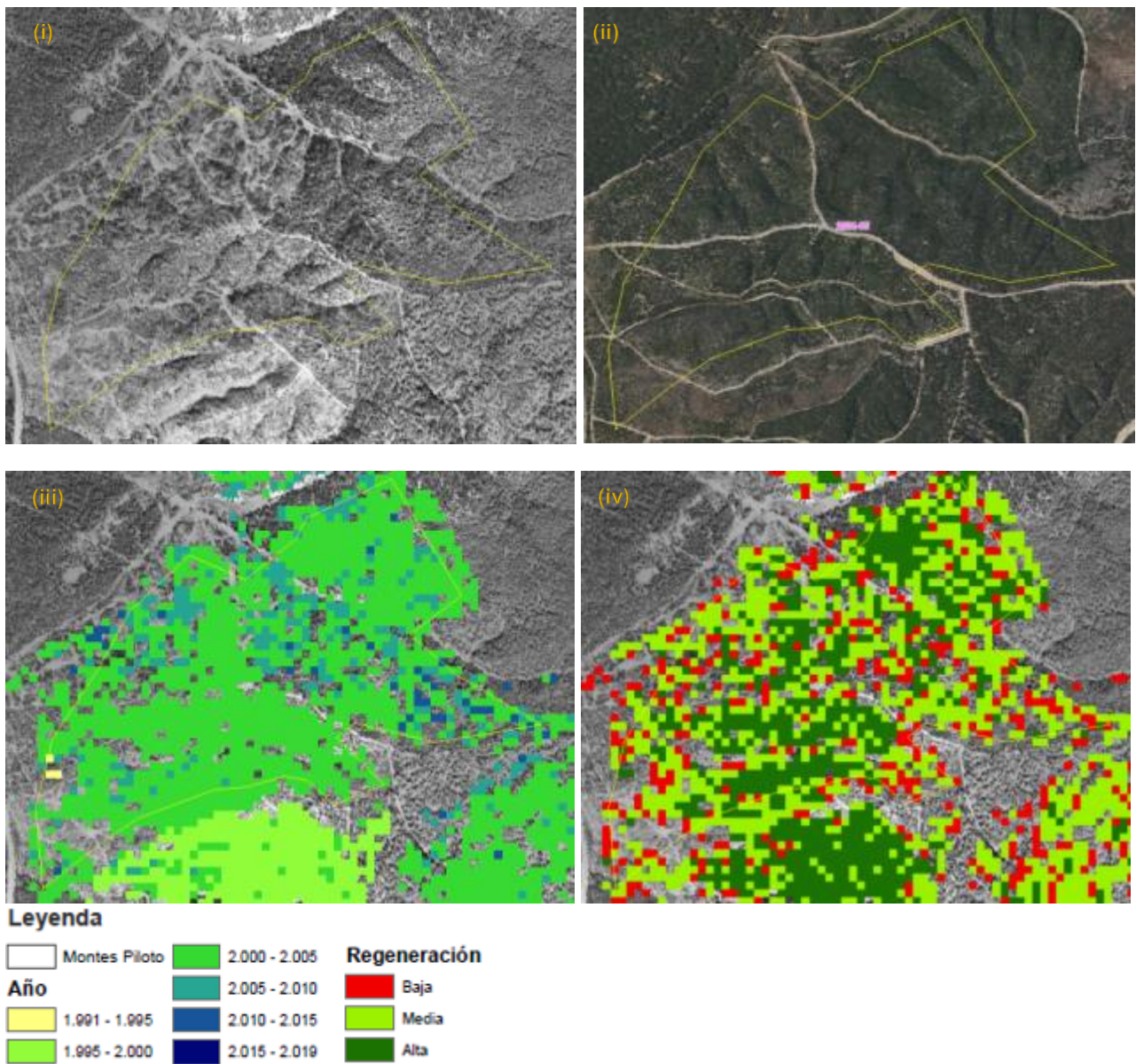


Figura 11: Área de estudio 2: (i) Imagen tomada entre 1973 y 1986, (ii) Imagen de máxima actualidad de 2021, (iii) Año de inicio de la regeneración y (iv) Estudio de la evolución de la regeneración de los últimos 30 años (1990 - 2020).



Figura 12: Área de estudio 2: Imagen tomada en el área de estudio (*Pinus pinaster* - MUP 185 "Manadizo y San Gregorio" municipio de Bayubas de Abajo - Tardelcuende (Soria).

2.1.3. Área de estudio 3: Regeneración en masas de *Pinus nigra* en Soria.

Esta tercera zona, es una zona intermedia entre las dos anteriores en cuanto a condiciones climatológicas se refiere, con una precipitación media de 570 mm anuales y una temperatura media de 11.25 °C. La cubierta vegetal presente en la zona se caracteriza por una extensa masa de *Pinus nigra* con sotobosque de *Juniperus thurifera*. No se han encontrado signos visibles de superficie con abundante regeneración. Solamente se aprecian algunas zonas, donde por diversas causas se abre un hueco en la masa y al entrar luz se encuentran indicios de regeneración de *Pinus nigra* o donde estando presente el *Pinus sylvestris*, se puede ver que hay regeneración de pino albar (Figura 15). Esta ausencia de signos de regeneración de la masa concuerda con estudios que datan las dificultades de esta especie en cuanto a la capacidad de regeneración natural se refiere por las características propias de la misma. En las Figuras 13 y 14 vemos la ausencia de indicadores de presencia de regeneración en esta especie durante el periodo de estudio realizado desde 1990 a 2020.

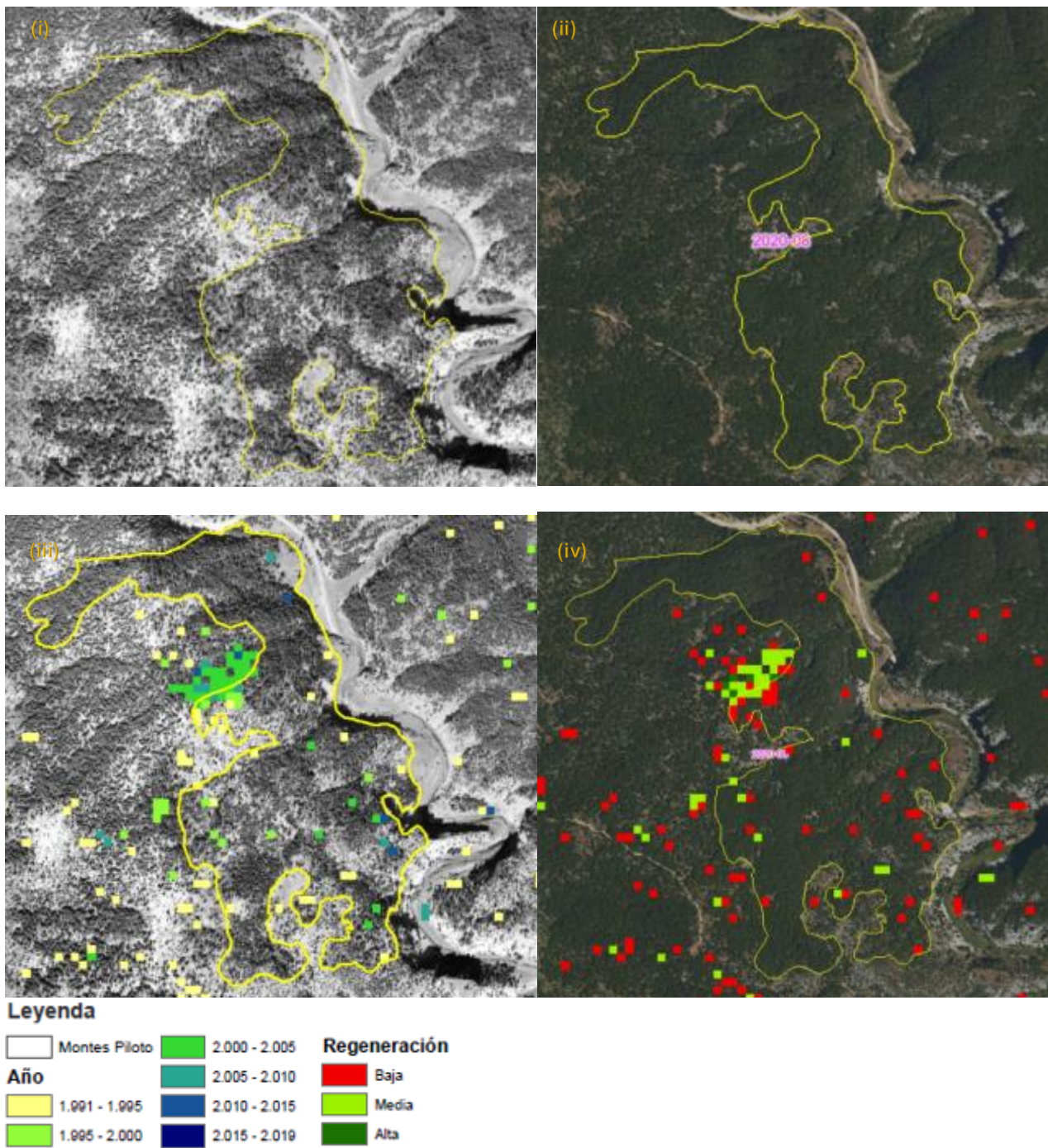


Figura 13: Área de estudio 3: (i) Imagen tomada entre 1973 y 1986, (ii) Imagen de máxima actualidad de 2020, (iii) Año de inicio de la regeneración y (iv) Estudio de la evolución de la regeneración de los últimos 30 años (1990 - 2020).

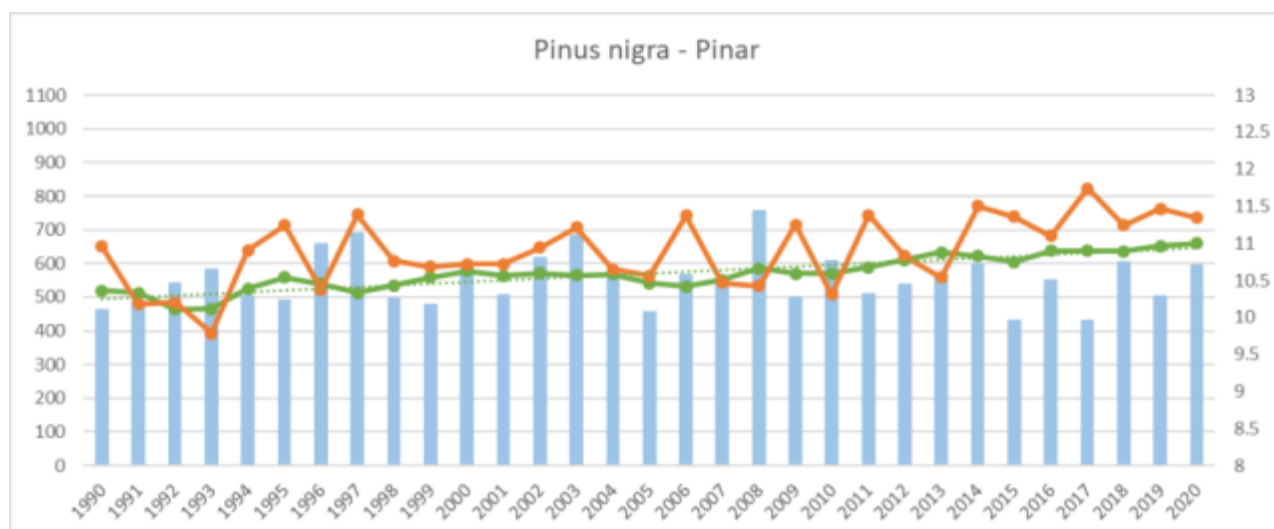


Figura 14: Área de estudio 3: Evolución de los datos climáticos y del índice de vegetación normalizado NDVI en una masa de *Pinus nigra* en el MUP 91 "Pinar" de Santa María de las Hoyas (San Leonardo de Yagüe - Soria).



Figura 15: Área de estudio 3: Imagen tomada en el área de estudio (*Pinus nigra* -I MUP 91 "Pinar" municipio de Santa María de las Hoyas -San Leonardo de Yagüe (Soria).



3. CONCLUSIONES DE LA EVOLUCIÓN DE LA REGENERACIÓN EN LA PROVINCIA DE SORIA.

Según los datos analizados podemos concluir varios indicios en cuanto a la regeneración natural en la provincia de Soria de las especies forestales objeto de estudio. Sin embargo, un estudio más exhaustivo podría arrojar mayores resultados al respecto:

- En general parece que la regeneración de especies como el *Pinus sylvestris* o el *Pinus pinaster* no se está viendo comprometida hasta el momento, aunque exista la interacción de un evento extremo como puede ser un gran incendio forestal.
- Pueden encontrarse claros intermedios dentro de las masas de *Pinus sylvestris* y *Pinus pinaster* con dificultades en el establecimiento de la regeneración natural. Esto es debido habitualmente a problemas relacionados con el suelo, donde se ve empujado y posteriormente las especies arbóreas no son capaces de colonizar estos huecos por sí solas. Es en estos casos, donde existe la posibilidad de ser necesario un apoyo con el aporte de plantón, ya sea con pino según corresponda o con alguna otra especie posiblemente más adecuada a esas condiciones locales tan especiales del suelo.
- En cuanto a la regeneración del *Pinus nigra*, podemos concluir que sigue el mismo patrón general que parece seguir la especie a nivel nacional, con problemas significativos en la evolución de la regeneración natural. En este caso hemos visto que en toda la zona no se aprecian signos positivos de existencia de regeneración en la masa. Solamente algunos pequeños claros creados de forma natural aparecen indicios de regeneración.
- Un cambio significativo en las condiciones climáticas, continuo aumento de temperatura y periodos más largos de estrés hídrico, podrían suponer dificultades en la regeneración natural de las especies presentes en la provincia de Soria, existiendo la necesidad de un cambio de hacia masas mixtas favoreciendo así la persistencia de las masas forestales de la provincia.



LIFE SORIA
ForestAdapt

www.soriaforestadapt.es
info@soriaforestadapt.es



CON LA CONTRIBUCIÓN DEL INSTRUMENTO FINANCIERO LIFE DE LA UNIÓN EUROPEA



CON EL APOYO DE:

