

REGENERACIÓN NATURAL DE LA SABINA ALBAR (*JUNIPERUS THURIFERA* L.) EN TERRENOS AGRÍCOLAS ABANDONADOS DE LA PROVINCIA DE SORIA

R. Alonso Ponce ^{1,2} y E. Pérez Pérez ¹

¹ Centro de Investigación Forestal de Valonsadero. Junta de Castilla y León. Ap. 175. 42080-SORIA (España). Correo electrónico: rafalopon@yahoo.es

² Dirección actual: Servicio Territorial de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León. Plaza de la Reina Doña Juana 5. 40001-SEGOVIA (España)

Resumen

El objetivo de esta comunicación es analizar la influencia que el ganado menor y la textura del horizonte superficial del suelo pueden tener sobre la capacidad de regeneración del enebro o sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) en terrenos agrícolas abandonados. Se describe la estratificación previa del territorio en función de la densidad del repoblado, así como el análisis estadístico de los datos, consistente en la búsqueda de las variables que mejor expliquen la variabilidad en el número de pies por hectárea para un mismo periodo de abandono. La carga ganadera, expresada en número de cabezas de ganado menor por hectárea, y la distancia a los puntos de redileo (tainas o majadas) parecen tener una influencia opuesta, y para cargas moderadamente bajas y distancias medias se da el mínimo en la regeneración. Así mismo, el mayor regenerado se da sobre suelos con textura franca en su horizonte superficial.

Palabras clave: *Juniperus thurifera*, Regeneración, Ganado, Horizonte superficial, Tierras agrárias

INTRODUCCIÓN

El enebro o sabina albar se extiende por el Suroeste de Europa (tanto en el continente como en Córcega) y Noroeste de África. En España la distribución es típicamente ibérica, generalmente en altas mesetas y páramos. En la provincia de Soria vive entre los 600-1600 m de altitud, aunque la práctica totalidad de la superficie provincial poblada con esta especie (9.5 % de la superficie forestal arbolada) está en el rango 800-1400 m. La mayoría de los sabinares sorianos están asentados sobre calizas y, en menor proporción, sobre rañas de arcillas y cantos de cuarcita. Los primeros suelen ser suelos de poco espesor y/o mal estruc-

turados, mientras que los segundos son generalmente profundos pero muy compactos. Puede formar masas puras con sotobosque de encinas y matorral espinoso. También suele estar mezclada con *Pinus pinaster* Aiton, *Pinus nigra* Arnold, además de *Quercus faginea* Lam. e incluso *Quercus pyrenaica* Willd., si bien en la zona estudiada los sabinares son puros en su mayoría.

Está bastante documentada la dificultad que presenta la reproducción artificial por semilla de la sabina albar (HERRERO, 1959; LEMOINE-SEBASTIAN, 1958; OROZCO & DEL POZO, 1994; BADRI et al., 2000); sin embargo, desde hace varios decenios se está produciendo una recolonización natural de labrantíos abandonados que

parece contradecir esta dificultad mencionada. Además, esta "reconquista" coincide con la despoblación (humana y ganadera) de la comarca, ya que actualmente el número de cabezas de ovino y caprino es hasta cuatro veces menor que hace cincuenta años (Cabrejas del Pinar pasa de 4250 en 1956 a 1400 en 1998, mientras que en Abejar desciende de 2250 en 1966 a poco más del millar en 1998). Así mismo, son notables las diferencias en el regenerado entre esos predios y otros, aún estando muy cercanos. Todo esto nos lleva a plantear una serie de hipótesis: a) La carga ganadera debe de tener alguna influencia notable en la capacidad regenerativa de la especie, b) otro factor a considerar debe ser la distancia a pies capaces de aportar semilla, si bien esta influencia está restringida a los primeros metros, c) los puntos de redileo (majadas, tainas) funcionan como "intensificadores" de la influencia del ganado, y d) es razonable pensar que las características del suelo tendrán mucho que decir en la calidad y cantidad del regenerado (LIVINGSTON, 1972) En todo caso, debido a la complejidad que esto conlleva, nos limitamos aquí a considerar la textura del horizonte superficial.

ZONA DE ESTUDIO

Abarca unas 90 ha situadas en el noroeste de la provincia de Soria, en los términos municipales de Calatañazor, Abejar y Cabrejas del Pinar (Sierra de Cabrejas), en los parajes conocidos como La Tella, Campoespacio, Matarrubias y La Hoz. Se encuentra a una altitud comprendida entre los 1130 y los 1210 m y presenta pendientes de entre el 3 % y el 20 %. Los terrenos se asientan principalmente sobre calizas nodulosas del Cretácico Superior, si bien en La Hoz encontramos también presencia de margas grises (Turoniense). La red hidrográfica corresponde a la cuenca alta del río Abián. La precipitación media anual es de 714 mm y la temperatura media anual de 8.9°C (estación termoplumiométrica de Abejar). Se corresponde con el piso supramediterráneo superior con ombroclima subhúmedo (RIVAS MARTÍNEZ, 1987). Los sabinas sorianos se enclavan dentro de la asociación *Juniperatum hemisphaerico-thuriferae*, caracterizada por la presencia constante de *Juniperus thurifera* y *Juniperus communis* spp.

hemisphaerica, acompañados con gran insistencia por especies como *Rhamnus saxatilis* o *Festuca ovina*.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo de campo consistió en el establecimiento de 52 parcelas cuadradas de 15 m de lado, siguiendo un diseño de muestreo aleatorio estratificado con afijación óptima costes fijos, tras un muestreo piloto previo, en el que se definieron tres estratos: con regenerado escaso y presencia de pies adultos, con regenerado abundante y con regenerado escaso. Los datos recogidos más destacables fueron (para cada pie): diámetro basal (justo por encima de las irregularidades del cuello de la raíz, DB), diámetro de copa mediante dos mediciones perpendiculares, altura total (DC), así como la edad del individuo más cercano a cada una de las cuatro esquinas (E). Para ello se apearon dichos pies y se procedió a realizar el análisis de tronco, con conteo de anillos en la base, a los 30 cm de altura, al metro y a 1.30 m. Además, en el centro de cada parcela se tomó una muestra superficial de los primeros 20 cm de suelo. La distancia mínima a la masa adulta se estimó mediante ortofoto (E:1/5.000, vuelo de febrero de 1993) y posterior comprobación sobre el terreno. También sobre el terreno se localizaron, tras exhaustivo recorrido en compañía de ganaderos de los municipios, las tainas y majadas en las que se estabula ganado. Una vez encontradas sobre papel, se calculó la distancia media de cada parcela a las tainas. La información referente a la cabaña ganadera en cada uno de los municipios fue extraída de diversas fuentes, a saber, la Hermandad de labradores y ganaderos de Cabrejas del Pinar y el Ayuntamiento de Abejar, siendo contrastada con la información facilitada por la Delegación Territorial de la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León (Sección de Sanidad y Producción Animal). Por último, se construyó un modelo que relacionase la edad con una o más de las otras tres variables. Una vez estimada la edad de cada pie es inmediato obtener el número de individuos en cada momento desde que se produjo la primera incorporación en cada parcela. De esta manera podemos "llevar " cada una de

ellas a un punto común en el tiempo tras esa primera incorporación y comparar la densidad del repoblado. Esta densidad se valoró mediante tres variables:

- Nf: número de pies incorporados en los últimos 12 años.
- Ni: número de pies incorporados en los primeros 12 años.
- Mia: número medio de pies incorporados anualmente.

La comparación de cada una de esas variables entre las parcelas se abordó mediante análisis de componentes principales (ACP) del paquete informático SAS® 6.12, en el que las variables fueron:

- CM1: cargas media (en número de cabezas de ovino y caprino -cgm- censadas por hectárea, sin tener en cuenta la época de pastoreo) durante los cinco años alrededor del momento de la primera incorporación.
- CM12P: carga media durante los 12 primeros años tras la primera incorporación.
- CM86: carga media durante los 5 años alrededor de 1986.
- CM12U: carga media durante los 12 últimos años (1986-1998).
- CM: carga media durante el tiempo transcurrido desde la primera incorporación.
- ARENA: porcentaje de arena de los veinte centímetros superficiales del suelo.
- DMM: distancia mínima a la masa adulta.
- DMT: distancia media a las tainas.

Las tres últimas se utilizaron para las tres variables referentes a la densidad, las dos primeras sólo para Ni, las dos segundas sólo para Nf y CM sólo para Mia.

Los agrupamientos resultantes de los ACP respectivos son los que finalmente se sometieron a una comparación de las variables referentes a la densidad del regenerado. Previo al análisis de la varianza de las tres variables en cuestión (Ni, Nf y Mia) fue necesario transformarlas para lograr que cumplieran la hipótesis de normalidad (comprobación realizada mediante el test de Shapiro-Wilk, $W > 0.05$, de SAS®). Los cambios aceptados fueron:

$$Ni \rightarrow \ln(Ni + 0.5) \quad Nf \rightarrow \arcsen(\sqrt{Ni/56}) \quad Mia \rightarrow \ln(13 \cdot Mia + 0.5)$$

Estas transformaciones cumplen además la hipótesis de homocedasticidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras recodificar las variables (debido a que únicamente podíamos trabajar con numéricas y el estrato no lo era), se hizo una selección de las que podían utilizarse como regresoras, ya que hay correlaciones bastante altas entre ellas. En un primer momento se eligió el modelo formado por las variables altura, diámetro de cuello y estrato por tener el R^2 bastante alto y el criterio de Cp de Mallows ser de los mejores. Tras el ajuste se obtuvieron valores para los coeficientes, observándose que el correspondiente a la variable altura es pequeño frente al error estándar y por tanto el contraste de igualdad a cero tiene un valor p-valor muy alto, por lo que se decidió eliminar la altura, quedándonos con un modelo más sencillo. Puesto que una de las variables que parece intervenir en el modelo bueno es categórica (estrato), se aplicó la teoría de comparación de rectas de regresión para ajustar rectas en cada uno de los grupos de la variable categórica. Así, el mejor ajuste encontrado fue el siguiente (Fig. 1):

$$E = 10.4463 + 3.40173 \cdot DB \text{ si ESTRATO} = 1$$

$$E = 8.42136 + 1.96559 \cdot DB \text{ si ESTRATO} = 2$$

$$E = 7.19234 + 1.41335 \cdot DB \text{ si ESTRATO} = 3$$

del que se obtienen unos valores para la R^2 y la R^2 ajustada del 83.3 % y del 82.8 % respectivamente. Por su parte, el error estándar fue de 2.97 años.

Los tres análisis de componentes principales realizados arrojaron unos resultados aceptables en cuanto al porcentaje de varianza absorbida por los primeros ejes (tabla 1). Así, para el análisis correspondiente a la variable Ni (número de pies incorporados durante los doce primeros años), los dos primeros ejes recogen el 81.0 % de la varianza, para el de la variable Nf el 90.0 % y para Mia el 88.6 %, y en todos los casos la proyección de las observaciones (parcelas) sobre el primer plano principal muestra un agrupamiento bastante neto en los tres conjuntos (Fig. 2).

La interpretación de los ejes es también análoga en los tres análisis: el primer eje recoge la información relativa al ganado exclusivamente y parece tener un sentido positivo hacia las cargas altas y distancias bajas a las tainas. Respecto a estas tres variables es preciso hacer notar dos aspectos. Por un lado, la utilización de dos

variables referentes a la carga ganadera (en el caso del análisis de Ni y Nf), una referida a todo el periodo considerado y otra al inicio de éste, queda justificada por la baja correlación existente entre ellas (apenas un 0.40 entre CM1 y CM12P y 0.54 entre CM86 y CM12U). Y en

segundo lugar, es conveniente tener en cuenta que la variable DMT y las referidas al número de cabezas de ganado menor presentan una correlación negativa bastante alta (ver tabla 1), lo cual en principio podría interpretarse como que en las zonas con mayor número da cabezas

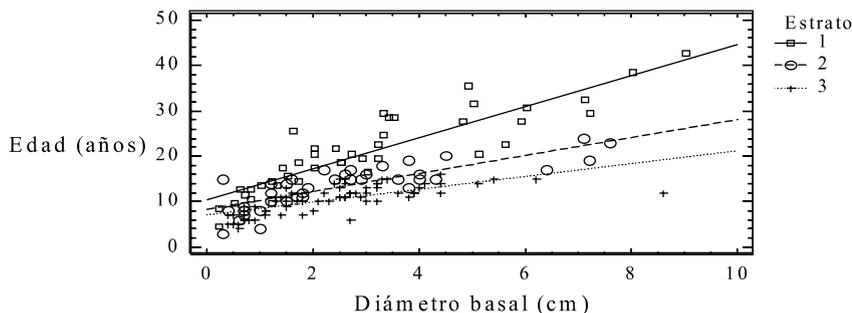


Figura 1. Rectas de regresión edad-diámetro de cuello del ajuste definitivo para cada estrato.

Ni														
Matriz de correlación					Valor propio	Varian. abs.(%)	Vectores propios							
	CM1	CM12P	DMT	DMM	ARENA			EJE1	EJE2	EJE3	EJE4	EJE5		
CM1	1.000	0.398	-0.707	-0.007	0.376	EJE1	2.231	44.6	CM1	0.548	0.265	-0.437	0.602	0.274
CM12P	0.398	1.000	-0.625	-0.382	-0.251	EJE2	1.819	81.0	CM12P	0.531	-0.282	0.581	-0.174	0.520
DMT	-0.707	-0.625	1.000	0.109	-0.212	EJE3	0.471	90.4	DMT	-0.614	-0.109	-0.107	0.187	0.751
DMM	-0.007	-0.382	0.109	1.000	0.596	EJE4	0.263	95.7	DMM	-0.186	0.611	0.650	0.404	-0.071
ARENA	0.376	-0.251	-0.212	0.596	1.000	EJE5	0.217	100.0	ARENA	0.074	0.682	-0.190	-0.639	0.292
Nf														
Matriz de correlación					Valor propio	Varian. abs.(%)	Vectores propios							
	CM86	CM12U	DMT	DMM	ARENA			EJE1	EJE2	EJE3	EJE4	EJE5		
CM86	1.000	0.538	-0.798	-0.405	-0.302	EJE1	2.530	50.6	CM86	0.501	-0.380	0.314	0.694	0.158
CM12U	0.538	1.000	-0.881	0.191	0.525	EJE2	1.970	90.0	CM12U	0.585	0.218	-0.173	-0.375	0.663
DMT	-0.798	-0.881	1.000	0.070	-0.171	EJE3	0.367	97.3	DMT	-0.617	0.047	-0.070	0.342	0.704
DMM	-0.405	0.191	0.070	1.000	0.640	EJE4	0.093	99.2	DMM	-0.020	0.628	0.778	0.003	0.016
ARENA	-0.302	0.525	-0.171	0.640	1.000	EJE5	0.041	100.0	ARENA	0.163	0.642	-0.512	0.510	-0.199
Mía														
Matriz de correlación				Valor propio	Varian. abs.(%)	Vectores propios								
	CM	DMT	DMM	ARENA			EJE1	EJE2	EJE3	EJE4				
CM	1.000	-0.825	-0.314	0.024	EJE1	1.907	47.7	CM	-0.697	-0.005	-0.146	0.702		
DMT	-0.825	1.000	0.068	-0.268	EJE2	1.638	88.6	DMT	0.665	-0.226	0.164	0.693		
DMM	-0.314	0.068	1.000	0.604	EJE3	0.321	96.6	DMM	0.265	0.658	-0.694	0.124		
ARENA	0.024	-0.268	0.604	1.000	EJE4	0.134	100.0	ARENA	-0.039	0.718	0.686	0.109		

Tabla 1. Matrices de correlación, valores y vectores propios de cada uno de los tres ACPs realizados (varian. abs.= varianza absorbida acumulada) Nf: número de pies incorporados en los últimos 12 años. Ni: número de pies incorporados en los primeros 12 años. Mía: número medio de pies incorporados anualmente.

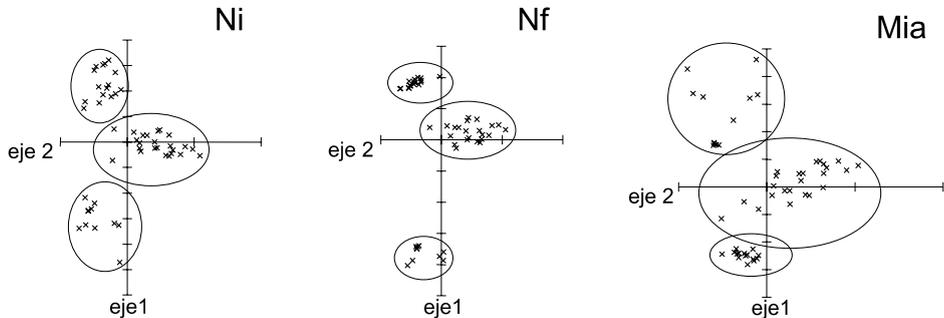


Figura 2. Proyección de las parcelas sobre el primer plano principal para los tres ACPs realizados. Nf: número de pies incorporados en los últimos 12 años. Ni: número de pies incorporados en los primeros 12 años. Mia: número medio de pies incorporados anualmente.

de ganado se precisa de mayor cantidad de ajadas y más repartidas, con lo que aumentaría la distancia media a ellas. Por su parte, el segundo eje tiene alta carga positiva de las variables ARENA y DMM, es decir, este eje recoge la información no referente al ganado.

Del análisis de la varianza (llevado a cabo mediante el procedimiento GLM de SAS®) de las variables transformadas entre los tres grupos de parcelas que se deducen del análisis de componentes principales, se desprende que existen diferencias significativas ($p=95\%$) en todos ellos, si bien la comparación de medias muestra que no todos son significativamente distintos entre sí (test de Tukey, tabla 2). Sin embargo, en las tres variables se sigue la misma pauta: la mínima regeneración se produce en los grupos ($n^{\circ}3$) con cargas y DMT medias (en torno al origen del primer eje) y textura tendiendo a arenosa y más bien alejados de la masa adulta (parte positiva del segundo eje), y este valor mínimo es significativamente distinto de los otros dos para los tres análisis. No podemos decir lo mismo de la comparación de los grupos 1 y 2.

Así pues, la conjunción de carga media, textura superficial arenosa y estar moderadamente alejado de los puntos de estabulación y de la masa adulta provoca una regeneración deficiente del sabinar en los predios estudiados. Una interpretación de esto podría ser la que sigue: para esas cargas ganaderas el aporte de semillas por parte de los animales no compensa el daño que el ramoneo produce en los brinzales, a lo que se

suma el hecho de que la textura más bien arenosa del horizonte superficial no es capaz de retener la suficiente humedad en los meses estivales como para permitir el establecimiento de la plantita. Además, lo anterior apoyaría la hipótesis del efecto beneficioso del ganado en la regeneración de esta especie (ASENJO, 1991, LUCAS, 1998) y de otras del mismo género (HOLTHUIJZEN *et al.*, 1987), probablemente por su capacidad de dispersión, ya que a mayores cargas (junto con texturas más fuertes y menor distancia a la masa) se produciría mayor regeneración. No obstante, carecemos desgraciadamente de datos que nos permitan establecer qué ocurre a una presión ganadera fuera del intervalo presente en la zona. Así pues, como conclusiones finales podemos extraer lo siguiente: a) valores de en torno a 2.3 cgm/ha de carga media, textura superficial arenosa y estar moderadamente alejado de los puntos de estabulación y de la masa adulta provoca una regeneración deficiente; b) la influencia de los árboles productores de semilla se reduce a los primeros 30-40 m de distancia, donde el regenerado es significativamente más abundante a igualdad del resto de las variables; c) las texturas medias del horizonte superficial tienen un efecto beneficioso en la cantidad del regenerado; d) la distancia a los puntos de redileo actúa como "atenuador" de la carga ganadera y, a igualdad de las variables referidas al número de cabezas de ganado menor, el regenerado es mínimo para una distancia en torno a los 2000 m.

Lnni				Comparación de medias	Límite inferior del int. de confianza	Dif. de medias	Límite superior del int. de confianza	
Grupo	Nº parcelas	Media	Desv. Estánd.					
1	10	2.183	0.717	1-2	-1.5326	-0.579	0.375	
2	11	2.762	1.185	1-3	0.3765	1.1806	1.985	***
3	28	1.003	0.832	2-3	0.9828	1.7595	2.536	***
Asinnf				Comparación de medias	Límite inferior del int. de confianza	Dif. de medias	Límite superior del int. de confianza	
Grupo	Nº parcelas	Media	Desv. Estánd.					
1	10	0.731	0.243	1-2	-0.433	-0.170	0.094	
2	18	0.900	0.362	1-3	0.115	0.372	0.629	***
3	21	0.359	0.192	2-3	0.327	0.542	0.756	***
Lnmia				Comparación de medias	Límite inferior del int. de confianza	Dif. de medias	Límite superior del int. de confianza	
Grupo	Nº parcelas	Media	Desv. Estánd.					
1	12	2.491	0.840	1-2	-1.154	-0.313	0.528	
2	17	2.804	1.205	1-3	0.773	1.567	2.362	***
3	23	0.924	0.699	2-3	1.167	1.880	2.594	***

Tabla 2. Test de Tukey de comparación de medias de las variables lnni, asinnf y lnmia (transformadas de Ni, Nf y Mia, respectivamente) entre los grupos deducidos del correspondiente análisis de componentes principales (ver Figura 2). Las diferencias significativas al 95% se indican con ***.

BIBLIOGRAFÍA

- ASENJO DÍAZ, S.; 1991. *Estudio de regeneración y cartografía de Juniperus thurifera en varias localidades de la provincia de Segovia*. E.U.I.T. Forestales. Universidad Politécnica de Madrid. Proyecto fin de carrera.
- BADRI, W.; SAVOIE, J.M. & GAUQUELIN, T.; 2000. Essais de germination des graines de genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) des Atlas Marocains. *Les Dossiers Forestiers* 6: 144-147.
- HERRERO, J.; 1956. Ensayos sobre propagación de *Juniperus thurifera* L. *Anales de la Estación Experimental Aula Dei* 6(1-2): 94-105.
- HOLTHUIJZEN, A.M.A., SHARIK, T.L. & FRASER, J.D.; 1987. Dispersal of eastern red cedar (*Juniperus virginiana*) into pastures: an overview. *Can. J. Bot.* 65: 1092-1095.
- LEMOINE-SEBASTIAN, C.; 1958. Essais de germination de quatre espèces du genre *Juniperus*. *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc* 38 (3): 115-122.
- LIVINGSTON, R.B.; 1972. Influence of birds, stones and soil on the establishment of pasture juniper, *Juniperus communis*, and red cedar, *Juniperus virginiana* in new England pastures. *Ecology* 53(6): 1141-1147.
- LUCAS, J.A.; 1998. Gestión, aprovechamiento y desarrollo sostenible de las masas de enebro, jabino o sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) en la provincia de Soria. *Montes* 52:121-130.
- OROZCO, E.; (1999) *Estudio de la capacidad regenerativa de los sabinares albares (Juniperus thurifera L.) occidentales de la provincia de Albacete*. Tesis doctoral. ETSI Montes. Universidad Politécnica de Madrid.
- OROZCO, E. & DEL POZO, E.; 1994. Obtención de planta de sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) en vivero. *Montes* 35: 41-42.
- RIVAS MARTÍNEZ, S.; 1987. *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. ICONA. Madrid.