



5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-125

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009
ISBN: 978-84-936854-6-1
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Patrones de dispersión de semilla de pino negral (*Pinus pinaster* Aiton) en la Meseta Castellana (Cuéllar, Segovia).

DEL PESO, C.¹; BRAVO, F.¹; PANDO, V.²; ORDÓÑEZ, C.¹; RUANO, I.¹; DE LUCAS, A.¹

¹ Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales de la Universidad de Valladolid. Avda. de Madrid 57. 34004 PALENCIA. Correo electrónico: cdelpeso@pvs.uva.es

² Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Universidad de Valladolid. Avda. de Madrid 57. 34004 PALENCIA.

Resumen

El manejo forestal de las masas de pino negral de la Meseta Castellana viene supeditado, en muchos casos, a la propia regeneración natural de estos montes. El conocimiento de la estrategia reproductora de la especie será un elemento clave para el cambio global en los próximos años. Mediante un dispositivo de trampas de semilla se ha seguido el patrón de dispersión de la especie en una parcela de muestreo intensivo situada en Cuéllar (Segovia). Dicha parcela está incluida en un tramo en regeneración, con una edad estimada de 100 años, y se han aplicado distintas intensidades de corta (0, 25, 50, 100% del área basimétrica inicial). En el presente trabajo se analiza el patrón de dispersión de la semilla así como la influencia del tratamiento silvícola aplicado a lo largo de los cinco años de muestreo. De los resultados cabe destacar que el tipo de cortas de regeneración influye directamente en la rapidez de dispersión, en el total de semillas recogidas y en la duración de la dispersión, mientras que el inicio de la propagación de piñones, es independiente del tratamiento estando más ligado a las condiciones atmosféricas anuales. Por otro lado el año influye siempre en todas las variables sus características determina si es un año bueno o malo para la regeneración natural. A la vista de los resultados cabe concluir que las dificultades de regeneración de estas masas mediterráneas no parecen estar ligadas a la producción de semilla, que está asegurada con cortas por aclareo sucesivo independientemente del peso de la corta (0%, 25% o 50% del A.B.)

Palabras clave

Pinus pinaster, producción de semillas, regeneración natural

1. Introducción

La regeneración natural de las masas forestales está íntimamente relacionado con dos grandes grupos de factores: por un lado los factores ligados a las condiciones naturales (clima, suelo, topografía, etc.) y por otro lado los factores relacionados con el propio manejo o gestión de los bosques, donde las cortas ligadas a la regeneración o el pastoreo pueden determinar la persistencia de la masa. Los estudios sobre regeneración natural de *Pinus pinaster* son especialmente escasos contrastando con la importancia de la especie a la vista de los datos del Inventario Forestal Nacional que arroja para la misma más de 1.000.000 de ha en el paisaje forestal español, algo más de la mitad fruto de las grandes repoblaciones forestales de la segunda mitad del siglo XX (DGCN, 1998). La especie se comporta como una pionera, de alta plasticidad ecológica y heliófila para su buen desarrollo y crecimiento. Aunque en su

distribución natural aparece tanto en climas netamente mediterráneos como atlánticos destaca su buena adaptación a suelos pobres, arenosos con reacción ácida.

La región de procedencia Meseta Castellana incluye amplias comarcas pinariegas con un sustrato silíceo que incluye tanto las sorianas Tierras de Almazán como las comarcas de Tierra de Pinares de Segovia, (Cuéllar y Coca), la abulense Tierra de Arévalo o el sur de la provincia de Valladolid (Medina del Campo, Olmedo, Íscar...). Aunque ha existido una fuerte controversia sobre el origen antrópico de estas masas ampliamente manejadas desde antiguo, trabajos recientes de paleobotánica aclaran definitivamente el carácter y origen natural de estos bosques de pináceas en el centro de la Cuenca del Duero (ALCALDE *et al.*, 2004).

La complejidad del proceso de dispersión de semillas y el número de factores que intervienen así como la necesidad de establecer dispositivos de ensayo a largo plazo con un buen número de visitas de campo para la toma de datos representativos han hecho que sean escasos los trabajos en pináceas mediterráneas que aborden esta temática. Mientras que en otras especies y ámbitos forestales los trabajos están avanzados (LEVIN *et al.* (2003), NATHAN Y MULLER-LANDAU (2000), BULLOCK Y CLARKE (2000) o CLARK *et al.* (1999), en España se circunscriben a estudios sobre huertos semilleros y ensayos de regiones de procedencia con condiciones controladas, siendo escasas las referencias a regeneración en masas naturales (en pino negral lo trabajos de RODRÍGUEZ-GARCÍA *et al.* (2007) y JUEZ (2007) y en otras especies las aportaciones de GONZÁLEZ-MARTÍNEZ Y BRAVO (1997), GONZÁLEZ Y PIQUÉ (2003), SERRADA (2003) o TÍSCAR (2003)). En *Pinus pinaster* está algo más estudiada la regeneración pos-incendio (TAPIAS (1998), REYES Y CASAL (2001), GALLEGOS *et al.* (2003), MADRIGAL *et al.* (2005) y VEGA *et al.* (2005)) debido a la clara adaptación de la especie al fuego.

2. Objetivos

El objetivo general planteado es conocer la producción de semillas que existe en las masas de pino negral analizadas y si esta producción es suficiente para perpetuar estos pinares a partir de la regeneración natural, bajo distintas intensidades de corta. En concreto las cuestiones planteadas son:

- ¿Influye el tratamiento silvícola aplicado en la dispersión de semillas?.
- ¿Influye el año considerado en las distintas variables de dispersión de semillas?.
- ¿Es suficiente la lluvia de semillas para asegurar la regeneración natural de la masa?.

3. Metodología

La parcela de muestreo intensivo de Cuéllar, provincia de Segovia, ha sido instalada dentro de la extensa masa continua de pinares de *Pinus pinaster* recogida en la región de procedencia Meseta Castellana (ALÍA *et al.*, 1996), en un tramo en regeneración del monte del C.U.P. N° 32 "Común de La Torre y Jaramiel" perteneciente a la Villa de Cuéllar. El sitio experimental está situado a 757 metros de altitud (41 ° 22 ' N, 4 ° 29 ' W) en una región llana, de suelos silíceos, arenosos y dunas continentales de origen cuaternario (JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN, 1988), caracterizada por un clima semiárido mediterráneo, con una precipitación anual media y temperatura de 461 mm, y 11.2 ° C, respectivamente, y una sequía pronunciada de verano. La comunidad florística (GONZALEZ-ALDAY *et al.*, 2009) se compone de una asociación típica mediterránea de especies anuales (*Micropyrum tenellum*



(L.) Link, *Sedum amplexicaule* DC., *Vulpia myuros* (L.) C.C. Gmelin, *Lupinus angustifolius* L., vivaces y arbustivas (*Lavandula pedunculata* Miller, *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don) e individuos aislados de pino piñonero (*Pinus pinea* L.). La selvicultura aplicada en este área esta basada en la regeneración natural, durante un periodo de 20 años, en un sistema adaptado a la producción de resina y madera con masas adultas a turno de 120 años, en densidades bajas (aproximadamente 140 pies/ha). Existe una información más detallada sobre la parcela de muestreo intensivo en el sitio web: <http://sostenible.palencia.uva.es/>

3.1. El diseño experimental:

Sobre una zona homogénea en cuanto a condiciones abióticas y estructura del pinar se procedió a levantar el diseño experimental durante el verano de 2003. El diseño experimental sigue las pautas de un split-plot compuesto por 10 parcelas de aproximadamente 0.5 ha (70 m x 70 m), donde se han efectuado tres tratamientos de corta de regeneración durante el invierno del año 2004. Las intensidades de corta sobre el área basimétrica han sido: cortas del 100% (plots 1, 3 y 9), 50% (plots 6, 7 y 8), 25% (plots 2, 4 y 5). Cada nivel de corta está repetido tres veces situando las parcelas al azar. Así mismo, se ha instalado una única parcela control donde no se han efectuado cortas (cortas del 0%) (figura 1).

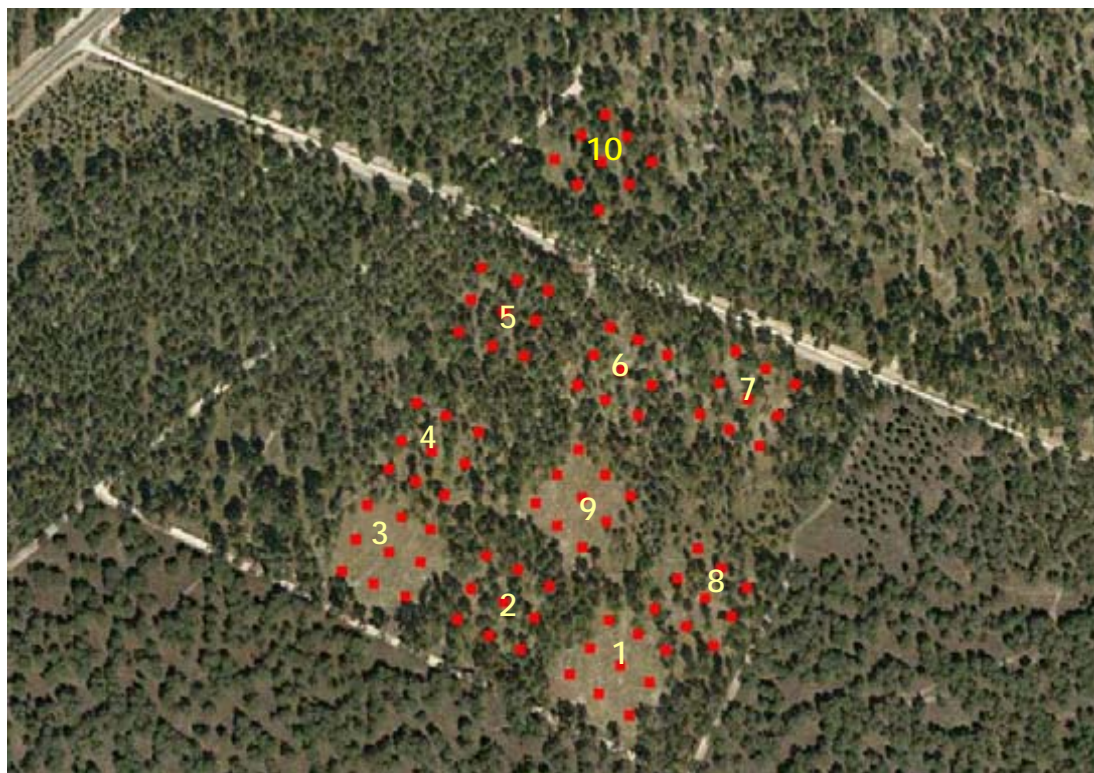


Figura 1: Ortofoto de la parcela de muestreo intensivo el Monte N° 32 "COMÚN DE LA TORRE Y JARAMIEL" de Cuéllar. En ella se aprecia claramente el diseño experimental y especialmente las tres repeticiones de la corta a hecho (eliminación del 100% del área basimétrica).

Para el análisis de la dispersión de semilla del pino negral se dispusieron un total de 90 trampas de semilla de 1 m x 1 m de forma sistemática, a razón de 9 trampas por parcela de ensayo (3 parcelas por tratamiento más la parcela de control). En la recogida de semillas se incluyen los datos correspondientes a los años 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008. Las trampas están ligeramente levantadas del suelo unos 30 cm y el apoyo y esqueleto de las mismas está hecho a base de estacas de madera y alambre que tensan las telas. La base de la trampa es una

fina malla metálica de luz 2 mm x 2 mm, recubiertas por malla gallinera de luz 2 cm x 2 cm para evitar la predación de la semilla. La distancia entre trampas es de 35 m y están dispuestas sistemáticamente a razón de 9 trampas por parcela. El seguimiento de las trampas y la limpieza y recogida de semillas fue periódico, concentrándose especialmente en la época de mayor producción (finales de la primavera y verano). En total se han visitado las trampas de semillas un total de 79 veces durante todo el quinquenio analizado (2004-2008). Los datos han sido agrupados por quincenas (24 por año) para su posterior análisis.

3.2. Procedimientos estadísticos utilizados.

Con los datos recogidos y agrupados por quincenas, de forma acumulada durante los cinco años de muestreo (2004 a 2008 ambos incluidos), se genera una nube de puntos para cada tratamiento y año. A partir de cada una de ellas se definen las siguientes variables (figura 2):

- Inicio: valor de la última quincena en la cual la semilla acumulada es 0.
- Total: Número total de semillas recogidas (semillas/m²).
- Duración: diferencia entre el valor de la quincena a partir de la cual no se recogen semillas y el inicio.
- Rapidez: relación entre el total de semillas acumuladas y la duración (semillas/m² y quincena).

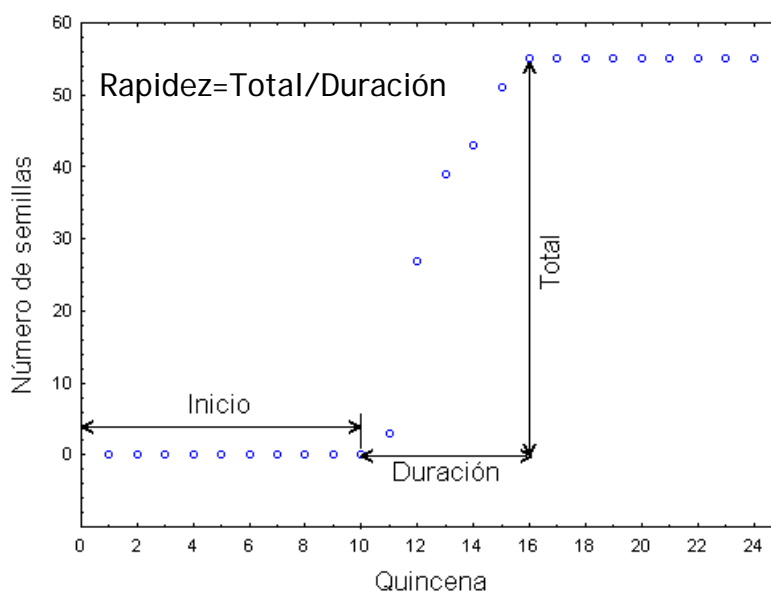


Figura 2: Variables que definen el patrón de dispersión en una nube de puntos de valores de semillas acumuladas por quincena a lo largo de un año de recogida.

Para el análisis estadístico de las variables generadas se ha utilizado un modelo de análisis de la varianza con la parcela de ensayo como unidad experimental y dos factores (tratamiento y año) en un diseño factorial 4x5 con tres repeticiones para los tratamientos de corta 25%, 50% y 100%. Para la comparación de medias se ha utilizado un test LSD de Fisher (diferencia significativa mínima). Todo el análisis se ha realizado con el software STATISTICA 6.

4. Resultados

En el análisis descriptivo de las variables estudiadas (tablas 1 y 2) se observa para la variable inicio que los valores de los distintos tratamientos están agrupados entorno a la 6ª quincena (aunque con tendencia a adelantarse cuanto menos intensa es la corta), mientras que para los distintos años esto puede variar enormemente (oscilando entre la quincena 3 y la 12). Algo similar ocurre con la duración que aparece agrupada para los distintos tratamientos en 12-16 semanas (mayor duración cuanto menos intensas son las cortas) mientras que si analizamos la variable para los distintos años oscila entre 9 semanas y 19 semanas, dependiendo del año considerado. Para la rapidez y el total de semillas recogidas se obtienen en general valores mayores cuanto menos intensa es la corta, aunque estos valores oscilan enormemente dependiendo del año considerado.

Tabla 1: Medias, errores y rangos para las distintas variables analizadas en los distintos tratamientos de corta para el conjunto de años (2004 a 2008)

Tratamiento (% A.B. cortada)	INICIO Mean	INICIO Stad.Err.	INICIO -95%	INICIO +95%	N
0 %	5.600000	1.008850	3.539654	7.660346	5
25 %	6.133333	0.582460	4.943792	7.322875	15
50 %	7.600000	0.582460	6.410459	8.789541	15
100 %	7.666667	0.582460	6.477125	8.856208	15
Tratamiento (% A.B. cortada)	DURACIÓN Mean	DURACIÓN Stad.Err.	DURACIÓN -95%	DURACIÓN +95%	N
0 %	16.00000	1.356466	13.22973	18.77027	5
25 %	15.06667	0.783156	13.46725	16.66608	15
50 %	14.00000	0.783156	12.40058	15.59942	15
100 %	12.26667	0.783156	10.66725	13.86608	15
Tratamiento (% A.B. cortada)	RAPIDEZ Mean	RAPIDEZ Stad.Err.	RAPIDEZ -95%	RAPIDEZ +95%	N
0 %	1.873231	0.103547	1.661759	2.084703	5
25 %	0.946849	0.059783	0.824755	1.068942	15
50 %	1.082079	0.059783	0.959985	1.204172	15
100 %	0.604992	0.059783	0.482899	0.727085	15
Tratamiento (% A.B. cortada)	TOTAL Mean	TOTAL Stad.Err.	TOTAL -95%	TOTAL +95%	N
0 %	28.08889	1.443399	25.14107	31.03670	5
25 %	14.74074	0.833347	13.03882	16.44266	15
50 %	14.80000	0.833347	13.09808	16.50192	15
100 %	6.94815	0.833347	5.24623	8.65007	15

Tabla 2: Medias, errores y rangos para las distintas variables analizadas en los distintos años analizados para el conjunto de tratamientos (sin corta y cortas del 25%, 50 y 100% del A.B. inicial).

Año	INICIO Mean	INICIO Stad.Err.	INICIO -95%	INICIO +95%	N
2004	8.2500	0.797566	6.62115	9.87885	10
2005	4.58333	0.797566	2.95449	6.21218	10
2006	3.41667	0.797566	1.78782	5.04551	10
2007	5.41667	0.797566	3.78782	7.04551	10

2008	12.08333	0.797566	10.45449	13.71218	10
	DURACIÓN	DURACIÓN	DURACIÓN	DURACIÓN	
Año	Mean	Stad.Err.	-95%	+95%	N
2004	12.58333	1.072381	10.39324	14.77343	10
2005	17.75000	1.072381	15.55991	19.94009	10
2006	19.66667	1.072381	17.47657	21.85676	10
2007	12.41667	1.072381	10.22657	14.60676	10
2008	9.25000	1.072381	7.05991	11.44009	10
	RAPIDEZ	RAPIDEZ	RAPIDEZ	RAPIDEZ	
Año	Mean	Stad.Err.	-95%	+95%	N
2004	1.232513	0.81861	1.065330	1.399696	10
2005	1.163965	0.81861	0.996781	1.331148	10
2006	0.910028	0.81861	0.742844	1.077211	10
2007	1.329123	0.81861	1.161939	1.496306	10
2008	0.998310	0.81861	0.831126	1.165493	10
	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	
Año	Mean	Stad.Err.	-95%	+95%	N
2004	15.38889	1.141107	13.05844	17.71934	10
2005	20.99074	1.141107	18.66029	23.32119	10
2006	18.11111	1.141107	15.78066	20.44156	10
2007	16.49074	1.141107	14.16029	18.82119	10
2008	9.74074	1.141107	7.41029	12.07119	10

El test global del modelo de análisis de la varianza (tabla 3) es significativo tanto para el tratamiento como para el año y la interacción de ambos factores por lo que los factores analizados (tratamiento y año) influyen en las variables estudiadas (inicio, duración, rapidez y total).

Tabla 3: Tabla ANOVA donde se recogen los resultados del test global del modelo para las distintas variables analizadas

INICIO	SC	F	P
MODELO	152.6667	5.89844	0.000009
Año	386.222	18.9738	0.000000
Tratamiento	33.113	2.1690	0.112372
Año/tratamiento	111.120	1.8197	0.090352
Error	152.667		
Total	722.98		
DURACIÓN	SC	F	P
MODELO	276.0000	4.5994	0.000103
Año	581.556	15.8031	0.000000
Tratamiento	82.133	2.9758	0.047251
Año/tratamiento	92.667	0.8394	0.611680
Error	276.000		
Total	1080.000		
RAPIDEZ	SC	F	P
MODELO	1.6083	8.48299	0.000000
Año	0.93593	4.3645	0.006703
Tratamiento	6.27125	38.9927	0.000000
Año/tratamiento	1.25120	1.9449	0.068858
Error	1.60831		



	Total	10.24906		
TOTAL		SC	F	P
	MODELO	312.5103	12.55124	0.000000
	Año	552.42	13.258	0.000002
	Tratamiento	1753.26	56.102	0.000000
	Año/tratamiento	88.46	0.708	0.732002
	Error	312.51		
	Total	2796.69		

Para ver las diferencias existentes dentro de los distintos tratamientos y a lo largo de todos los años muestreados se realiza un test LSD de Fisher (test de diferencia significativa mínima) (tabla 4 y tabla 5).

Tabla 4: Diferencias significativas entre los distintos tratamientos para las distintas variables analizadas, a partir del test LSD de Fisher (test de diferencia mínima significativa)

Inicio Duración	0% A.B.	25% A.B.	50% A.B.	100% A.B.
	0% A.B.		n.s.	n.s.
25% A.B.	n.s.		n.s.	n.s.
50% A.B.	n.s.	n.s.		n.s.
100% A.B.	*	*	n.s.	

Rapidez Total	0% A.B.	25% A.B.	50% A.B.	100% A.B.
	0% A.B.		***	***
25% A.B.	***		n.s.	**
50% A.B.	***	n.s.		***
100% A.B.	***	***	***	

P-values: $p \leq 0,001$ *** $p \leq 0,01$ ** $p \leq 0,05$ * $p > 0,05$ no significativo (n.s)

Tabla 5: Diferencias significativas entre los distintos años para las distintas variables analizadas a partir del test LSD de Fisher (test de diferencia mínima significativa).

Inicio Duración	2004	2005	2006	2007	2008
	2004		*	***	*
2005	**		n.s.	n.s.	***
2006	***	n.s.		n.s.	***
2007	n.s.	*	***		***
2008	*	***	***	*	

Rapidez Total	2004	2005	2006	2007	2008
	2004		n.s.	*	n.s.
2005	n.s.		*	n.s.	**

2006	*	*		**	n.s.
2007	n.s.	n.s.	**		**
2008	*	**	n.s.	**	

P-values: $p \leq 0,001$ *** $p \leq 0,01$ ** $p \leq 0,05$ * $p > 0,05$ no significativo (n.s)

Haciendo una lectura de las diferencias significativas de los distintos tratamientos entre sí para las variables analizadas observamos que para la variable inicio no existen diferencias significativas en ningún caso ($p > 0,05$). En cuanto a la duración, hay diferencias significativas entre la parcela sin corta y las de corta a hecho ($p=0,023$) y del 25% ($p=0,016$), mientras que no existen diferencias para la parcela del 50% ($p=0,128$). Para la rapidez y el total de semilla recogida no aparecen diferencias entre los tratamientos del 25% y el 50% ($p=0,120$), mientras que son significativas para el resto de los casos ($p \leq 0,001$).

Si analizamos el comportamiento de las distintas variables en los distintos años podemos observar que, para la variable inicio los años 2004 y 2008 son distintos al resto del año en su comportamiento ($p \leq 0,05$), mientras que las variables rapidez, duración y total no tienen un patrón de comportamiento claro.

5. Discusión

A partir de los resultados obtenidos con el muestreo de semillas de pretender abordar la existencia, o no, de diferencias entre los distintos tratamientos de corta de regeneración y la variabilidad que pueda existir entre los distintos años considerados, así mismo se intentará dilucidar si la producción de semilla es o no un limitante en la regeneración natural de la masa sobre los escenarios propuestos. Para ello se contestan a las cuestiones planteadas en los objetivos del trabajo.

1) ¿Existen diferencias entre los tratamientos y los años para las diferentes variables consideradas?

Como ha quedado claro en la exposición de resultados existen diferencias significativas entre tratamientos para todas las variables excepto para la variable inicio. Esta variable no depende tanto del tratamiento sino que está más ligada a las condiciones climáticas de cada año en concreto que determinarán el arranque de la suelta de semilla de los conos. Así mismo, aparecen claras diferencias entre no cortar nada (parcela testigo) y cortar a hecho, mientras que la intensidad del aclareo sucesivo (25% o 50% del A.B.) no parece influir en las variables analizadas.

Las diferencias aparecidas en el análisis de los distintos años parecen obedecer más a las características del tiempo atmosférico anual. Habrá, por tanto, que incidir en la lectura de la variabilidad interanual relacionada muy probablemente con las condiciones climáticas del año de dispersión y de los años de producción de los conos, en futuros análisis para llegar a explicar las diferencias anuales, ya que los procesos de regeneración varían de un año a otro dependiendo de la conjunción de los parámetros ambientales, en fenómenos especialmente estocásticos (PALUCH, 2005)

2) ¿Es suficiente la lluvia de semillas para asegurar el primer paso de la regeneración natural?

A la vista de los resultados, claramente es insuficiente en los tratamientos de corta a hecho donde se obtiene una media en el total de semillas recogidas de 6,9 semillas/m² y año (20,7 semillas/m² a los tres años) para las cortas a hecho (tabla 1), valores excesivamente ajustados para poder conseguir una regeneración mínima de 8 plántulas/m² a los tres años, (unas 80.000 plántulas/ha) recomendadas para garantizar la regeneración natural (LUIS CALABUIG *et al.*, 2002).

Los mismos valores, analizados para los distintos tratamientos, aportan información sobre las limitaciones en la producción de semilla. De todos los casos el más favorable es si duda el caso de la parcela control donde no se han hecho tratamientos de corta (con un total de semillas recogidas de 28,088 semillas/m² y año, es decir, 84,26 semillas/m² a los tres años). En este caso con una mortandad del 90,5% de la semilla producida estaríamos todavía por encima del umbral mínimo ligado a la persistencia de la masa. Entre las cortas del 25% y del 50% del área basimétrica los valores necesarios para asegurar la regeneración natural exigen una mortandad máxima en torno al 81%.

Estos datos aportan algo de luz a las pautas de gestión de la regeneración natural. Al parecer el limitante no va a ser la producción de semilla sino que la limitación principal de la regeneración va a estar ligada a los factores de germinación y supervivencia de las plántulas, después de haber sido dispersada la semilla (MIGUEL PÉREZ *et al.*, 2002) especialmente ligados tanto a las condiciones climatológicas como a las características edáficas más favorables (ROJO Y MONTERO, 1996), así como a la depredación por parte de roedores y pájaros (JUEZ, 2007) y a la facilitación o competencia directa generada por parte de la vegetación asociada al micrositio (RODRÍGUEZ-GARCÍA *et al.*, 2007). Así mismo, aunque la regeneración natural de estos pinares se plantea en un periodo de regeneración bastante amplio (20 años) es lógico pensar que los años clave para el establecimiento son los 5 primeros años, donde las plántulas una vez germinadas deben competir con la vegetación existente por los recursos disponibles (en climas mediterráneos especialmente por el agua) y en ese caso la vegetación anual tiene estrategias de competencia mejores para sobrevivir en verano (GONZÁLEZ-ALDAY *et al.*, 2009).

6. Conclusiones

A la vista de los resultados podemos concluir que el tratamiento influye en las variables de rapidez, total de semillas recogidas y duración de la dispersión de semilla y no parece influir en el inicio de la dispersión que está más ligado a condiciones atmosféricas anuales. Por otro lado, el año influye siempre en todas las variables analizadas y es el que va a determinar en muchos casos (a igualdad de tratamiento) que un año sea bueno o no para la regeneración natural de la masa.

Así mismo, las dificultades de regeneración de estas masas forestales parecen no estar ligadas a la producción de semilla, asegurada con aclareos sucesivos (del 25% o del 50%) sino a etapas posteriores de la regeneración, por lo que hay que ahondar especialmente en el inicio del establecimiento de las plántulas, considerando las condiciones climáticas posteriores a la germinación. El análisis de la lluvia de semillas ligado al muestreo de germinación y primera supervivencia de plántulas, así como el estudio de las variables climáticas que afectan directamente a este proceso deben permitir, en un futuro, entender mejor el patrón que sigue el establecimiento de la regeneración natural en un entorno de cambio climático.

7. Agradecimientos

Agradecemos a Belinda Guerra, Josu Berraondo y Luis Fernando Osorio su colaboración en el trabajo de campo. Esta aportación se enmarca en el proyecto de investigación CICYT “Dinámica de masas maduras y primer desarrollo de pinares mediterráneos” AGL-2007-65795-C02-01 así como por el proyecto AGL-2001-1780 financiados por el Plan Nacional de I+D+i del Ministerio de Ciencia e Innovación.

8. Bibliografía

ALCALDE OLIVARES, I., GARCÍA-AMORENA, F., GÓMEZ MANZANEQUE, J., MALDONADO RUIZ, C., MORLA JUARISTI, C., POSTIGO MIJARRA, J. M., RUBIALES JIMÉNEZ J. M., Y SÁNCHEZ HERNANDO, L. J., 2004. Nuevos datos de carbones y maderas fósiles de *Pinus pinaster* Aiton en el Holoceno de la Península Ibérica. *Invest. Agrar. Sist. Recur. For.* Fuera de serie, 152-163.

ALÍA R.; MARTÍN R.; DE MIGUEL J.; GALERA R.M.; AGÚNDEZ D.; GORDO J. et al. 1996 Regiones de procedencia *Pinus pinaster* Ait. DGCN, Madrid.

BULLOCK, J.M. Y CLARKE, R.T. 2000. Long distance seed dispersal by wind: measuring and modelling the tail of curve. *Oecologia*, 124:506-521.

CLARK, J.S.; SILMAN, M.; KERN, R.; MACKLIN, E. Y HILLERISLAMBERS, J. 1999. Seed dispersal near and far: patterns across temperate and tropical forests. *Ecology*, 80(5): 1475-1494.

DGCN (Dirección General de Conservación de la Naturaleza), 1998. El Segundo Inventario Forestal Nacional. España. MMA-DGCN, Madrid.

GALLEGOS, V.P.; NAVARRO, R.M.; FERNÁNDEZ, P. Y VALLE, G. 2003. Postfire regeneration in *Pinus pinea* L. and *Pinus pinaster* Aiton. in Andalucía (Spain). *Environmental management*, 31(1): 86-99.

GONZÁLEZ-ALDAY, J.; MARTÍNEZ-RUIZ, C.; BRAVO, F.; 2009. Evaluating different harvest intensities over understory plant diversity and pine seedlings, in a *Pinus pinaster* Ait. natural stand of Spain. *Plant. Ecol.* 201 211 – 220.

GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, S.C., Y BRAVO, F., 1997. Inventario y descripción de la regeneración natural. Aplicación a grupos ordenados de pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) del Alto Ebro (Burgos). *Montes* 50, 21-28.

GONZÁLEZ MOLINA, J.M. Y PIQUÉ, M., 2003. Análisis de la regeneración natural en una masa irregular de abeto, pino negro y pino silvestre. Actas de la III Reunión sobre Regeneración Natural- IV Reunión sobre Ordenación de Montes. *Cuadernos de la SECF*.

JUEZ, L. 2007. Estrategia reproductora, dispersión de semilla y análisis de la regeneración natural del pino negral (*Pinus pinaster* Aiton) en la Meseta Castellana (Coca, Segovia). E.T.S.Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid (inédito).

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN; 1988. Análisis del medio físico de Segovia. EPYPSA, Valladolid, Spain.

LEVIN, S.A.; MULLER-LANDAU, H.C.; NATHAN, R. Y CHAVE, J. (2003). The Ecology and Evolution of Seed Dispersal: A Theoretical Perspective. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34: 575-604

LUIS-CALABUIG, E.; TORRES, O.; VALBUENA, L.; CALVO, L.; MARCOS, E.; 2002. Impact of large fires on a community of *Pinus pinaster*. En: TRABAUD, L.; PRODON, R. (eds.): Fire and biological processes. pp 1 – 12, Backhuys Publishers, Leiden.

MADRIGAL, J.; HERNANDO, C.; MARTÍNEZ, E.; GUIJARRO, M. Y DÍEZ, C. 2005. Regeneración post-incendio de *Pinus pinaster* Ait. en la Sierra de Guadarrama (Sistema Central, España): modelos descriptivos de los factores influyentes en la densidad inicial y la supervivencia. *Invest. Agrar: Sist. Recur. For*, 14(1): 36-51.

MIGUEL PÉREZ, I., GONZÁLEZ MARTÍNEZ, S.C.; ALÍA MIRANDA, R.; GIL SÁNCHEZ, L.; 2002. Growth phenology and mating system of maritime pine (*Pinus pinaster* Aiton) in central Spain. *Invest. Agr. Sist. Recur. For.* Vol 11 (1) 195-204.

NATHAN, R. Y MULLER-LANDAU, H.C. 2000. SPATIAL PATTERNS OF SEED DISPERSAL, THEIR DETERMINANTS AND CONSEQUENCES FOR RECRUITMENT. *TREE* 15(7): 278-285

PALUCH, 2005. The influence of the pattern of trees on forest floor vegetation and silver fir (*Abies alba* Mill.) regeneration in uneven-aged forest. *Forest Ecology and Management* 205, 283-298.

REYES, O. Y CASAL, M. (2001). The influence of seed age on germinative response to the effects of fire in *Pinus pinaster*, *Pinus radiata* and *Eucalyptus globulus*. *Ann. For. Sci.* 58: 439-447.

RODRIGUEZ-GARCÍA, E.; JUEZ, L.; GUERRA, B. Y BRAVO, F., 2007. Análisis de la regeneración natural de *Pinus pinaster* Ait. en los arenales de Almazán-Bayubas (Soria, España). *Inv. Agr.: Sist. Rec. For.* 16 (1), 25-38.

ROJO, A., MONTERO, G. 1996. El pino Silvestre en la Sierra de Guadarrama. MAPA, Madrid.

SERRADA, H. R., (2003). Regeneración natural: situaciones, concepto, factores y evaluación. Actas de la III reunión sobre Regeneración Natural-IV reunión sobre Ordenación de Montes. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*.



TAPIAS, R. 1998. Estudio de las adaptaciones al fuego de *Pinus pinaster* Ait. de la Sierra del Teleno. Comparación con otras poblaciones de *Pinus pinaster*, *P.halepensis*, *P.nigra*, *P.pinea*. ETSI de Montes, Universidad Politécnica de Madrid. Tesis doctoral.

TÍSCAR OLIVER, P.A., 2003. Condicionantes y limitaciones de la regeneración natural en un pinar oromediterráneo de *Pinus nigra* subsp. *salzmannii*. *Investigación Agraria.: Sistemas y Recursos Forestales* 12(2): 55-64.

VEGA, J.A.; PÉREZ-GOROSTIAGA, P.; FONTURBEL, M.T.; CUIÑAS, P. FERNÁNDEZ, C.; HERNANDO, C. Y GUIJARRO, M. 2005. Efectos de diferentes niveles de severidad del fuego sobre la emergencia y mortalidad inicial de plántulas de *Pinus pinaster* Ait. *Actas del 4º Congreso forestal español*. 26-30 de septiembre de 2005. Zaragoza, España.

