

EFECTOS DEL ORIGEN DE LA SEMILLA EN LA REGENERACIÓN POST INCENDIO EN *PINUS PINASTER*. EL CASO DE LA DEHESA DE SOLANILLOS (GUADALAJARA)

Luis Gil Sánchez^{1*}, Rosana López Rodríguez¹, Álvaro García Mateos¹ e Inés González Doncel².

¹ Dpto. Silvopascicultura. E.T.S. de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria. 28040-MADRID (España)

² Dpto. de Economía y Gestión Forestal. E.U. Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria. 28040-MADRID (España)

* Autor para correspondencia: Correo electrónico: luis.gil@upm.es

Resumen

El mal estado selvícola con que llegaron las masas forestales a fines del siglo XIX promovió una gestión centrada en incrementar densidades y en recuperar calveros. La carencia de medios de los Distritos Forestales permite asumir una introducción de semilla/planta de otras procedencias de *P. pinaster*, como se ha constatado en este trabajo en los pinares de la “Dehesa Común de Solanillos”, monte con un Proyecto de Ordenación que data de 1905 y de 6 revisiones que recogen las actuaciones hasta 1983 y, en especial, las siembras y repoblaciones efectuadas desde la redacción del proyecto inicial. Tras un incendio las zonas repobladas no mostraron la regeneración que cabría esperar debido a la ausencia del carácter serótino de las piñas que sí tienen las piñas de la procedencia local. Se ha constatado que la regeneración natural en aquellos terrenos poblados antes del incendio con masa natural poseen densidades suficientes para asegurar la persistencia del pinar.

Palabras clave: *Pinus pinaster*, *Procedencias*, *Conos seróticos*, *Regeneración natural*

ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

Pinus pinaster Aiton es una especie del mediterráneo occidental que tiene en la Península Ibérica su máxima diversidad (GIL et al., 1990) y una distribución fragmentada en masas con adaptaciones edáficas y climáticas singulares (ALIA et al., 1996), destacando la variabilidad del carácter serótino de sus piñas (TAPIAS et al., 2004). En julio de 2005, una de sus poblaciones se hizo tristemente famosa por ser objeto de uno de los incendios más devastadores de la historia forestal de España, no tanto

por la superficie quemada, entre 12.500 y 13.000 ha, cuanto porque 11 personas perdieron la vida en los trabajos de extinción. El incendio asoló las 2.731 ha del monte Dehesa de Solanillos y sólo se salvaron pequeños rodales dispersos donde el fuego no penetró o lo hizo con poca fuerza y a nivel del suelo, por lo que las copas no se vieron dañadas.

El incendio, tras iniciarse en Riba de Saelices (Guadalajara), afectó a una masa continua de pino rodeno (*Pinus pinaster* Aiton) con un sotobosque denso de *Cistus laurifolius* L. y matas dispersas de *Quercus faginea* Lam. y *Q. pyrenai-*

ca Willd. que favorecen, en caso de incendio, que el fuego alcance las copas del estrato arbóreo. La información aportada por la Base de Datos de Incendios Forestales del Ministerio de Medio Ambiente constata la frecuencia elevada de incendios naturales por rayo. En el término municipal colindante de Mazarete se registraron hasta 60 incendios por rayo en los últimos 23 años. Fuegos recurrentes y, además, de copas, deberían haber favorecido la presencia de individuos con conos seróticos que aseguraran la supervivencia de la especie al permanecer cerrados en la copa, diseminando en años posteriores o después de sufrir un choque térmico.

Pese a la frecuencia de incendios por rayo, trabajos previos habían enmarcado a la zona dentro del grupo de procedencias con serotinidad débil (sólo un 6,3% de pies con conos seróticos) (TAPIAS *et al.*, 2001 y 2004). Este valor se repitió al evaluar un rodal en el término de Mazarete, donde se obtuvo un 4,3% de conos seróticos en pinos con edades entre 30-60 años (TAPIAS Y GIL, 2000). La siembra con semillas de procedencias no adaptadas al incendio podría ser la causa de los bajos porcentajes encontrados. Como precedente 30 ha repobladas entre 1893 y 1894 con 330 kg de piñón procedente de Montemayor (Valladolid) en el paraje conocido como “El Raso” de la “Dehesa Común de Solanillos” (ESTADÍSTICA, 1895 y 1896).

En el otoño posterior al incendio, relativamente lluvioso, se realizaron una serie de visitas a la comarca afectada en las que se constató la ausencia general de pies vivos y de regeneración. Reconocimientos posteriores, en mayo y diciembre de 2006, permitieron apreciar regenerado en el monte, si bien con densidades muy variables según zonas.

Se caracterizó el comportamiento reproductivo de la especie tras el incendio en uno de los montes afectados. Se eligió la “Dehesa Común de Solanillos” porque se dispone de datos históricos durante un periodo amplio de tiempo. El conocimiento del origen de la masa quemada –natural o siembras y plantaciones de material foráneo- y el estudio de los parámetros que inciden en la reproducción de los pinares procedentes de unas u otras prácticas podrían explicar las distintas densidades de regeneración observadas tras el incendio. La “Dehesa Común de

Solanillos” posee un Proyecto de Ordenación (COSCULLELA, 1905) y seis Revisiones (LLEÓ, 1921; PRIETO, 1928; BELAIME, 1942; MARTÍN, 1956; SALINAS, 1969; SERRADA, 1983) que recogen las actuaciones llevadas a cabo durante cerca de 80 años y, en especial, un registro de las tareas repobladoras efectuadas desde la redacción del proyecto inicial. En 1905 el 24,3% de la superficie total del monte fue considerada rasa, 8 décadas después, en 1983, solo el 2,7% de la superficie total carecía de arbolado. Si bien el proyecto de ordenación y las sucesivas revisiones no recogen la fuente del material que se utilizó en las siembras, el Distrito Forestal de Guadalajara no dispuso de producción propia de piñón hasta la campaña de 1956-57, por lo que se puede asumir una posible introducción de semilla/planta de otras procedencias de *P. pinaster* no adaptadas al incendio de copas. Hasta entonces, cerca del 60% de la producción de piñón de la especie procedía del Distrito Forestal Segovia-Valladolid y del Servicio de Semillas de Madrid (GARCÍA MATEO, 2007) por lo que es probable que se utilizaran piñones de esta procedencia, lo que explicaría la baja serotinidad observada en los estudios mencionados y la consiguiente falta de regeneración.

Los objetivos del presente trabajo han sido identificar y localizar las superficies originalmente rasas de “La Dehesa Común de Solanillos” y analizar su evolución, así como las zonas pobladas y poco intervenidas, en particular por introducción de planta o semilla. Posteriormente se han comparado ambas zonas en cuanto a parámetros característicos vinculados a la diseminación: producción de piñas, frecuencia de pies con conos seróticos y su caracterización y la regeneración instalada tras el incendio.

MATERIAL Y MÉTODOS

La “Dehesa Común de Solanillos” pertenece a la Beneficencia (Diputación provincial de Guadalajara) y figura en el CUP con el número 232. Está situada en el término municipal de Mazarete, partido judicial de Molina de Aragón. Se encuentra en el Sistema Ibérico, en la depresión Ibérica, y pertenece a las denominadas “*Parameras de Molina*”, en la cuenca del Tajo.

El monte presenta una altitud entre 1.180 y 1.340 m, con una exposición predominante a solana. Los suelos son predominantemente silíceos. La precipitación media anual es de 540,5 mm, la media de las temperaturas máximas del mes más cálido es 30,7°C y la media de las mínimas del mes más frío 2°C. La mínima absoluta durante el periodo 1994-2005 fue de -24°C y la máxima absoluta 38°C.

Pinus pinaster Aiton es la especie principal, presente en la casi totalidad del monte. El estrato arbustivo está compuesto por *Quercus pyrenaica* Willd. y *Q. faginea* ssp. *faginea* Lam. De forma mucho más escasa existen pies de *Juniperus communis* L. En el estrato subarbustivo destacan *Cistus laurifolius* L., *Arctostaphylos uva-ursi*, *Calluna vulgaris* y *Lavandula pedunculata* (PALLARÉS et al., 2001). Tras el incendio la presencia de *Thapsia villosa* y *Asphodelus albus* ha aumentado considerablemente.

El proyecto de ordenación de la “Dehesa Común de Solanillos” fue aprobado en 1905, año en que se otorgó a la Unión Resinera la licencia para el aprovechamiento de resinas. Posee además 6 revisiones, la última aprobada en 1982 y prorrogada en 1990 hasta 1998 (PALLARÉS et al., 2001). En todas ellas, salvo en la 6ª, que modifica la producción preferente del monte pasando de la resina a la madera, el méto-

do de ordenación se condiciona al clásico aprovechamiento de la miera, con la división de cada uno de los seis cuarteles en cinco tramos, y éstos a su vez en dos tranzones; a excepción del cuartel D, inicialmente raso. La ordenación de 1905 estima que el monte presenta una superficie de 2.808 ha, con 683 ha totalmente rasas. En 1959, tras el amojonamiento del monte, la superficie queda definitivamente establecida en 2.731 ha, toda ella pública. En la 6ª revisión, tras cerca de 8 décadas de gestión forestal, la superficie calificada como rasa se reduce a tan sólo 73 ha.

Identificación de las zonas de acuerdo con el origen de la masa

Los planes de mejora del monte inciden principalmente en la repoblación de los rasos, concentrados en su totalidad en el cuartel D (478,9 ha) y en los tranzones C-1 (36,2 ha), C-3 (56,8 ha), E-1 (59,5 ha), y E-7 (46,2 ha), que presentan esta denominación desde 1956 (Figura 1). Se realizaron tanto siembras como plantaciones. Las siembras de mayor intensidad e importancia sobre los rasos originales se realizan entre 1905 y 1955. Tras este periodo, las siembras se centran fundamentalmente en los tranzones de los tramos I que han entrado en cortas de regeneración, iniciadas entre 1941 y 1955. Según la 1ª revisión (1918) sólo en 56 ha

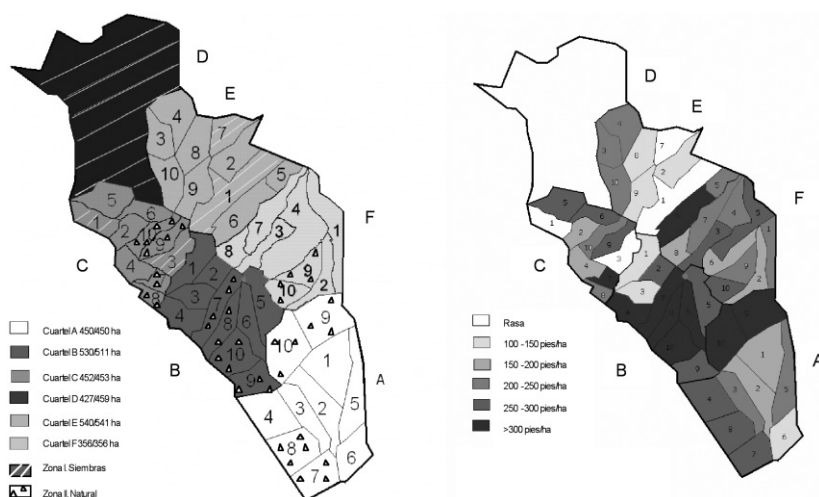


Figura 1. División inventarial del monte (izquierda). Densidad del pinar estimada en el Proyecto de Ordenación de 1905 (derecha)

del cuartel D se observa regeneración natural, periodo en el que la entrada del ganado estuvo completamente prohibida en el monte (1905-1911). Posteriormente esta prohibición quedó reducida a las superficies en donde se habían realizado siembras; con ello la regeneración natural no volvió a aparecer sobre zonas rasas.

La consulta y análisis del Proyecto de Ordenación y de las sucesivas revisiones del monte permite diferenciar y localizar con cierta precisión diferentes zonas del monte de acuerdo con su origen:

- I. Masa procedente de las siembras y plantaciones realizadas desde 1905: cuartel D (salvo las 56 ha que se han estimado como de origen natural) y tranzones C-1, C-3, E-1, E-7 (tramos I, II, I y IV respectivamente). Con una extensión de 621 ha, supone el 23% de la superficie total del monte.
- II. Masa de origen natural, presente desde la ordenación y en la que no constan labores de siembra: tranzones 7 – 8 – 9 y 10 (tramos IV y V) de los cuarteles A, B y C, y tranzones 9 y 10 (tramo V) del cuartel F. En ningún momento formaron parte de tramos en regeneración. Sus 652 ha de cubierta forestal representan el 24% de la superficie total.
- III. Masa no perteneciente a ninguna de las categorías anteriores: Resto del monte, con un total de 1.458 ha, el 53% de la superficie total.

Selección de rodales para la toma de muestras

Este estudio se centró en las zonas I y II. De la zona I, pies procedentes de siembra (rodales S), se eligió el cuartel D, sin división inventarial, y dentro de éste, los parajes “Roble de la Yegua”, “Alto Perico” y “Hoya Palomera”, este último, con un pequeño rodal no afectado por el incendio. En la zona II se seleccionaron los tranzones A-7 y B-8 (rodales N). La densidad y espesura en ambos rodales fueron consideradas como normales desde 1905, año en el que se redactó el proyecto de ordenación del monte, y por tanto, no ha habido labores de regeneración artificial. En el tranzón A-7 también existe un rodal que no se quemó.

Todos los rodales presentan una orientación predominante a solana, pendiente inferior al 16% y altitud entre los 1.200 y 1.300 m.

Estimación de la producción de piñas en los rodales S y N

Para evaluar la fructificación (producción de piñas), se llevó a cabo, en enero de 2006, un inventario mediante muestreo sistemático por transectos con parcelas circulares de 20 metros de radio. Se replantearon un total de 29 parcelas, 14 en el rodal N (B-8) y 15 en el rodal S (“Roble de la Yegua” y “Alto Perico”). Los transectos fueron diseñados de tal forma que se evitara el posible efecto de borde en las parcelas, factor con repercusión en la luminosidad recibida por las copas, por lo que ninguna parcela quedó ubicada a menos de 40 metros de los límites de la masa.

En cada parcela se distinguió entre árboles menores (diámetro normal inferior a 10 cm y altura mayor de 1,30 m) y mayores (diámetro normal mayor de 10 cm y altura mayor de 1,30 m) y se tomaron los siguientes datos: número de pies menores, diámetro normal de pies mayores, nº de piñas en suelo, nº de piñas en tronco y copa de los pies mayores (por conteo directo si el número de piñas era inferior a 50 o por estimación en caso contrario), nº de piñas en pies menores. Se efectuó un test de comparación de medias con cada variable para estudiar la existencia de diferencias significativas entre ambos tipos de rodales.

Estimación del número de conos serótinicos presentes y su caracterización en función de la temperatura de apertura

Se apearon y midieron con precisión 7 pies en el rodal S (“Hoya Palomera”) y 7 en el rodal N (A-7), en junio de 2006. No se pudo aumentar la muestra debido a que la Administración Autonómica no permitió el apeo de más pies, dadas las fuertes tensiones sociales en la zona a causa del incendio. Los 14 árboles eran árboles dominantes. Una vez señalados, y antes del apeo, se despejó de piñas la zona de caída para que su presencia no interfiriera en el conteo posterior. Así mismo se replanteó una parcela de 10 m de radio y centro en el pie a apeo, en la que se midió el diámetro en la base de todos los pies mayores de 10 cm. Tras el apeo y desrame se procedió a la medición de los diámetros normal y de la base, altura total, y al conteo del número de piñas, distinguiendo su estado, abierto o cerrado y, en estas últimas, su edad; nº de piñas

desprendidas tras el apeo, nº de estróbilos (piñas del año o formadas el año anterior) en la copa más los desprendidos en el apeo. Todas las piñas y estróbilos cerrados que se desprendieron durante el apeo se llevaron a laboratorio para su posterior datación.

La edad atribuida a estróbilos y conos se ha estimado a partir del año en que se formaron, siguiendo la metodología de TAPIAS (1998). Se optó por no atribuir el carácter de serótino a los conos de la clase 2 dado que podrían haber diseminado durante el verano de 2006, momento de la toma de datos.

Entre los conos cerrados de edad conocida se escogió una muestra al objeto de caracterizarlos por su color y temperatura de apertura. De cada edad se seleccionaron, al azar, un máximo de 4 piñas por pie, resultando un total de 61 conos. Igualmente se tomó una muestra aleatoria de piñas cerradas entre las desprendidas del árbol, hasta un total de 32 (33,7% de los conos cerrados sin clasificar), intentando que todos los pies tuviesen la misma representación de conos. En el rodal S se seleccionó la única piña cerrada

Para caracterizar las piñas por su color se utilizó la Tabla de colores Munsell. En cada piña se identificó, además de su color, el porcentaje de gris, representativo del nivel de degradación, tanto en el lado expuesto a solana (con las escamas más desarrolladas) como en el opuesto, próximo al tronco, resultando la media de ambos el valor final para cada piña. Con las piñas de edad conocida y su nivel de degradación se investigó la relación entre ambas variables, lo que permitió posteriormente estimar la edad de los conos cerrados desprendidos y, en consecuencia, el porcentaje total de conos serótinos por pie.

Datados todos los conos, para estimar su temperatura de apertura se adoptó el procedimiento propuesto por TAPIAS (1998).

Diseminado tras el incendio en los rodales S y N

Para el estudio de la regeneración en ambos rodales se llevaron a cabo inventarios en junio y diciembre de 2006. En la primera fecha se replantearon 37 parcelas circulares, de 2 m de radio, en cada rodal. Se situaron en un terreno completamente quemado y donde los pies ya habían sido apeados y desemboscados por arrastre durante la primavera. En el rodal N (Tranzón

A-7), las 37 parcelas se distribuyeron en malla cuadrada de 100 m de lado y de 80 m en el rodal S (“Hoya Palomera”) y en ellas se contabilizaron los brinzales presentes. Para valorar la espesura, en cada rodal se estimó el área basimétrica sobre 16 de las 37 parcelas, midiendo el diámetro de todos los tocones de más de 10 cm presentes en una parcela de 10 metros de radio, concéntrica a la parcela de regeneración.

En diciembre de 2006 se realizó la segunda medición lo que permitió evaluar el desarrollo del regenerado natural ya instalado. Se replantearon, en las mismas zonas (tranzón A-7 -rodal N- y “Hoya Palomera” -rodal S-), 40 nuevas parcelas por rodal, también de 2 m de radio. Este inventario se reforzó con 40 parcelas por rodal en las otras dos zonas representativas de ambos: el tranzón B-8 (rodal N) y “Alto Perico” y “Roble de la Yegua” (rodal S). La localización de las parcelas fue sistemática, con una separación entre parcelas de 100 m en el rodal N y 80 m en el S. Concéntricas a ellas, con un radio de 10 m, se midió el diámetro de todos los tocones presentes.

En diciembre de 2006 se observó que las labores de desembosque realizadas en otoño, tanto en el tranzón B-8 como en la zona “Alto Perico” y “Roble de la Yegua”, habían provocado en algunas zonas fuertes alteraciones al suelo con la consiguiente afección al regenerado ya instalado. Además, parte de las parcelas en la zona del rodal S quedaron ubicadas en zona verde. Ello sugirió un análisis posterior con objeto de valorar si podrían existir diferencias significativas de la regeneración instalada de acuerdo con el nivel de alteración y afección al suelo o, incluso, por el hecho de existir presencia de masa no afectada por el incendio. Por las diferentes condiciones encontradas, se establecieron dos tipologías diferentes para el rodal N (tranzón B-8) y tres para el rodal S (“Alto Perico” y “Roble de la Yegua”).

RESULTADOS

Estimación de la producción de piñas en los rodales S y N

Tanto el número de piñas en el fuste como en la copa por pie fueron significativamente mayo-

res en los árboles del rodal N que en los del S (Tabla 1). Respecto a los pies menores, el 19% de los del rodal N presentaron piñas frente al 13,6% del rodal S. El porcentaje de pies mayores con al menos una piña en ambos rodales fue muy similar, en torno al 90%. Estas diferencias se volvieron a manifestar en la producción total de piñas, con una media de 6.376 piñas/ha en el rodal N frente a las 3.452 del rodal S. Si a estos valores se añaden las cifras obtenidas en el recuento de conos en el suelo las diferencias se hacen aún más evidentes: 7.181 piñas (suelo+vuelo)/ha en el primero frente a 3.868 del rodal S.

Pese a las análogas condiciones de densidad y espesura (Tabla 2), es interesante resaltar que, asociada a una mayor producción de piñas en el rodal N y, por tanto, a una mayor probabilidad de éxito en la regeneración, existió un número mayor de pies menores, 32,8 pies menores/ha en el rodal S frente a los 292,2 del rodal N

Estimación del número de conos seróticos presentes y su caracterización en función de la temperatura de apertura

Las edades observadas en los diferentes pies apeados, dentro de cada rodal, son análogas: En el rodal S la edad media fue de 51 años (+3-5 años, estimados como el tiempo que el árbol tardaría en alcanzar la altura del tocón), por lo que se puede asumir que proceden de las repoblaciones llevadas a cabo en el cuartel entre 1951 y 1955. Por el contrario, los pies del rodal N, aún teniendo edades distintas, en su mayoría contabilizan más de 100 años lo que asegura su presencia antes incluso de que se redactara el Proyecto de Ordenación (Tabla 3). Pese a la menor espesura de los pies del rodal S, el número de ramas vivas es significativamente mayor que en los del rodal N (Tabla 3). Este dato podría mostrar una tendencia de los primeros a crecimientos policíclicos o a una mayor actividad de la poda natural.

		Media	Desviación típica
Nº Piñas fuste/pie (**)	Rodal N	0,99	0,37
	Rodal S	0,33	0,17
Nº Piñas copa/pie (*)	Rodal N	32,3	19,7
	Rodal S	18,2	8,5

Tabla 1. Producción individual de piñas en fuste y copa para pies mayores (diámetro mayor de 10 cm). Rodales N (14 parcelas) y S (15 parcelas) (*P <0.05, ** P <0.01)

		Media	Desviación típica
Nº Pies mayores/ha	Rodal N	275,7	121,8
	Rodal S	220,3	75,8
AB m ² /ha	Rodal N	17,8	4,1
	Rodal S	17,4	4,1
Nº Pies menores/ ha (**)	Rodal N	292,2	243,1
	Rodal S	33,9	34,6
Nº Pies mayores sin piñas/ ha	Rodal N	31,8	32,9
	Rodal S	21,2	21,2
% Pies menores con piñas/ ha (*)	Rodal N	19,05	25,34
	Rodal S	13,57	35,05
Piñas Vuelo/ha(**)	Rodal N	6.376,1	2.374,0
	Rodal S	3.451,9	1.181,7
Piñas Suelo/ha(**)	Rodal N	805,4	307,2
	Rodal S	405,3	222,1

Tabla 2. Estimación de la producción total de piñas (en vuelo –copa y fuste- y en suelo) y variables dasométricas asociadas en los rodales N (14 parcelas) y S (15 parcelas) (*P <0.05, ** P <0.01)

Rodal	Tamaño muestra	Edad	Altura total (m)	Diámetro Normal (cm)	Nº de ramas vivas	Pies/ha	AB (m ² /ha)
Natural	7	114 (39-148)	13,1 (9,6-16,1)	39,7 (30,5-49)	38'1 (29 - 48)	145,5 (32-191)	20,2 (2,9-28,7)
Siembras	7	51 (42-54)	14,7 (10,5-17,5)	36,7 (28-44)	64'4 (58 - 82)	209,2 (127-255)	30,7 (20,4-44,9)

Tabla 3. Valores medios, y rango, de variables de árbol individual y de la masa en rodales N y S (Masa no afectada por el incendio)

El conjunto de pies apeados del rodal N presentó un 278% más de conos y estróbilos que el rodal S (Tabla 4). Sólo fue posible datar en campo los conos cerrados adheridos a la copa, resultado un total de 245 en el rodal N y ninguno en el S. La mayor edad observada en conos fue 8 años, que se correspondería con los formados en 1998 que, por tanto, tendrían que haber abierto y diseminado en la primavera-verano de 2000. Se apreció una mayor degradación de color de los conos seróticos conforme más añosos.

En el Rodal S sólo se obtuvo una piña cerrada, que se desprendió con la caída. Su elevada degradación de color permitiría asumir tanto su carácter serótico como un elevado número de años en el árbol.

Se encontraron piñas y estróbilos desde el verde oliva -5Y 5/4- de los estróbilos de 1 año, hasta el gris -10 YR5/1- presente mayoritariamente en las piñas de mayor edad.

Se obtuvo una clara relación lineal ($R^2=0,82$) entre la edad de las piñas y el nivel de degradación ($n = 61$).

$$Y = 5,8246X + 1,9629$$

donde: X = porcentaje (en tanto por 1) de degradación de color.

Y = edad del cono cerrado.

Aplicada la ecuación a todos los conos cerrados desprendidos de los que se desconocía

la edad se obtuvieron valores entre 3 y 8 años, por lo que se consideró que todos ellos tendrían el carácter serótico. La edad estimada del único cono cerrado del rodal S, con una degradación de color del 90%, fue de 7 años.

El rango de temperatura de apertura de los conos se fue reduciendo con la edad (Tabla 6). El límite inferior de este rango se desplazó hacia temperaturas más elevadas a medida que la edad aumentaba por lo que las medias de apertura más altas se encontraron en la clase de edad 7-8. El único cono cerrado del rodal S mostró una temperatura de apertura de 56°C, la más elevada de toda la muestra. En los conos de los que se tuvo certeza que son termodehiscentes o seróticos (edad 3 en adelante), la menor temperatura a la cual se produjo la apertura durante el ensayo, fue de 47,0°C, por lo que se podría asumir que los conos de la clase de edad 2 que se abrieron a temperaturas mayores (8 de los 12 de la muestra, el 67%), hubieran podido permanecer en la copa, al menos un año más. Incluyendo éstos, el porcentaje medio de conos seróticos por árbol en el rodal N fue del 32% (Tabla 5), muy superior al 6,3% atribuido por TAPIAS *et al.* (2004) a los pinares de esta zona. Las temperaturas de apertura de los conos seróticos excedieron en cerca de 10°C a los valores extremos del clima, proporcionados por la estación de Molina de Aragón, en

	Rodal N	Rodal S
Total estróbilos (0-1 año)	420	123
Conos cerrados de 2 años	13	0
Conos seróticos (?3 años)	245	0
Conos cerrados desprendidos, sin clasificar	95	1
Conos abiertos	1.151	408
Total conos en copa	1.924	532

Tabla 4. Conteo de conos en copa de árboles apeados de acuerdo con su estado y/o edad

Nº de árbol	Total conos seróticos	Total conos	Porcentaje de seróticos sobre el total de conos en la copa (%)
1	23	57	40,4
2	44	365	12,1
3	57	81	70,4
4	11	28	39,3
5	162	356	45,5
6	14	136	10,3
7	29	481	6,0
Media	48,6	214,9	32,0 ± 21,76

Tabla 5. Estimación porcentaje de conos seróticos (≥ 2 años) en copa. Rodal N

	Edad 2	Edad 3	Edad 4	Edad 5 - 6	Edad 7 - 8
Nº de Conos	12	36	24	13	8
Media (°C)	48,6	51,8	52,7	52,4	54,8
Desviación típica	2,6	2,1	1,9	0,8	0,8
CV (%)	5,3	4,1	3,6	1,5	5,3
Rango de Valores	(45,0-54,0)	(47,0-54,5)	(49,0-55,5)	(51,5-53,5)	(54,0-56,0)

Tabla 6. Temperatura de apertura (°C) de los conos seróticos de acuerdo con su edad

la que se registró una temperatura máxima absoluta 38,0°C para el periodo 1994–2005.

Diseminado tras el incendio en los Rodales S y N

En junio de 2006 el regenerado establecido en el rodal N fue ocho veces superior al del rodal S (Tabla 7). Cuando se volvió a estimar este valor en diciembre de 2006 en aquellas zonas en las que no se produjeron daños ocasionados por las calles y labores de desembosque, se obtuvieron densidades similares en las dos mediciones (más de 36.000 brinzales por ha en ambas fechas) manteniéndose las diferencias entre los rodales N y S (Tabla 8). Sin embargo, sí se encontraron divergencias dependiendo de las condiciones de remoción del suelo como consecuencia del desembosque. Así, mientras que en el rodal N el regenerado en las zonas no afectadas fue 4 veces mayor que en aquellas con gran presencia de calles de saca y fuerte remoción del

suelo, en el rodal S estas diferencias, si bien apreciables, no fueron significativamente diferentes en una y otra zona. Finalmente, la circunstancia de que el fuego no afectara al arbolado en algunas zonas del rodal S no marcó diferencias con las zonas quemadas en este rodal.

CONCLUSIONES

En la Dehesa de Solanillos se detectaron dos zonas con diferencias significativas tanto en la producción de piñas como en la presencia de conos seróticos. Estas diferencias tienen implicaciones relevantes en la regeneración post incendio y se atribuyen a la introducción de semillas de otras poblaciones, no adaptadas al incendio de copas. Estos datos confirman la importancia de las características de cada región de procedencia como fuente semillera para las repoblaciones.

RODAL	ZONA	Nº parcelas	AB basal m ² /ha	Nº brinzales/ha (**)
NATURAL	Tranzón A-7	37	19,9	36.799
SIEMBRA	Hoya Palomera	37	20,6	4.323

Tabla 7. Regenerado tras el incendio en Junio de 2006 (** P < 0.01)

RODAL	ZONA	DAÑOS	Nº	AB basal	Nº brinzales/ha
		DESEMBOSQUE	parcelas	m ² /ha	(1) y (2)
NATURAL	Tranzón A-7	NO apreciable	40	21,4	36.215
	Tranzón B-8		17		
	Tranzón B-8	Apreciable	23	19,8	8.892
SIEMBRA	Hoya Palomera		40	19,9	5.446
	Alto Perico	NO apreciable			
	Roble de la Yegua		11		
	Alto Perico				
	Roble de la Yegua	Apreciable	16	23,1	4.029
	Alto Perico				
	Roble de la Yegua	Masa verde	23	18,9	5.509

(1) Diferencia de medias significativa al 99% entre Rodales N y S con daños no apreciables

(2) Diferencia de medias significativa al 99% en Rodal N, entre daños no apreciables y apreciables

Tabla 8. Regenerado tras el incendio en Diciembre de 2006 según afcción por labores de desembosque y estado de la masa

BIBLIOGRAFÍA

- ALÍA, R., MARTÍN, S.; DE MIGUEL, J.; GALERA, R.M.; AGÚNDEZ, D.; GORDO, J.; SALVADOR, L.; CATALÁN, G. Y GIL, L.; 1996. *Las regiones de procedencia de Pinus pinaster Aiton en España*. 75 pp + 29 mapas y fichas. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- BELAIME, T.; 1942. *3ª Revisión de la ordenación del monte nº 232 del CUP, denominado "Dehesa Común de Solanillos" y 4º Plan especial, perteneciente a la Beneficencia Provincial y situado en el TM de Mazarete (Guadalajara)*. (Inédito). Fondo Documental del Monte. Madrid.
- COSCULLUELA, P.; 1905. *Proyecto de Ordenación del monte nº 232 del CUP, denominado "Dehesa Común de Solanillos", perteneciente a la Beneficencia Provincial y situado en el TM de Mazarete (Guadalajara)*. (Inédito). Fondo Documental del Monte. Madrid.
- ESTADÍSTICA; 1895. ----- *de las Semillas adquiridas por la Administración Forestal para la repoblación de los montes públicos*. Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio, Ministerio de Fomento. Imprenta de Rojas. Madrid.
- ESTADÍSTICA; 1896. ----- *de las Siembras y Plantaciones verificadas en los montes públicos y cabeceras de las cuencas hidrológicas*. Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio, Ministerio de Fomento. Imprenta de Rojas. Madrid.
- GARCÍA MATEO, A.; 2007. *Estudio de la regeneración natural de la masa de Pinus pinaster Aiton, y de los factores que la condicionan, en el M.U.P. Nº232 "Dehesa Común de Solanillos"*. T.M. de Mazarete (Guadalajara). Trabajo Fin de Carrera (Inédito). E.U.I.T. Forestal. U.P.M. Madrid.
- GIL, L.; GORDO, J.; ALÍA, R. Y PARDOS, J.; 1990. *Pinus pinaster Aiton en el paisaje vegetal de la Península Ibérica. Ecología*. Fuera de serie 1: 469-496.
- INSTITUTO FORESTAL DE INVESTIGACIONES Y EXPERIENCIAS (IFIE). *Serie de producción y consumo de semillas durante el año forestal*. Años 1943/44 hasta 1956/57. Servicio de Semillas, Ministerio de Agricultura. Madrid.
- LLEÓ, A.; 1921. *1ª Revisión de la ordenación del monte nº 232 del CUP, denominado "Dehesa Común de Solanillos" y 2º Plan especial perteneciente a la Beneficencia Provincial y situado en el TM de Mazarete (Guadalajara)*. (Inédito). Fondo Documental del Monte. Madrid.
- MARTÍN, R.; 1956. *4ª Revisión de la ordenación del monte nº 232 del CUP, denominado "Dehesa Común de Solanillos" y 5º Plan especial, perteneciente a la Beneficencia Provincial y situado en el TM de Mazarete (Guadalajara)*. (Inédito). Fondo Documental del Monte. Madrid.

- PALLARÉS, A.; MORCILLO, A. Y SERRADA, R.; 2001. Resultados de la Ordenación en el Monte nº 232 del CUP “Dehesa de Solanillos” Propiedad de la Beneficencia Provincial, situado en TM Mazarete, Guadalajara. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 11: 191-199.
- PRIETO, V.; 1928. *2ª Revisión de la ordenación del monte nº 232 del CUP, denominado “Dehesa Común de Solanillos” y 3º Plan especial, perteneciente a la Beneficencia Provincial y situado en el TM de Mazarete (Guadalajara).* (Inédito). Fondo Documental del Monte. Madrid.
- SALINAS, G.; 1969. *5ª Revisión de la ordenación del monte nº 232 del CUP, denominado “Dehesa Común de Solanillos” y 6º Plan especial, perteneciente a la Beneficencia Provincial y situado en el TM de Mazarete (Guadalajara).* (Inédito). Fondo Documental del Monte. Madrid.
- SERRADA, R.; 1983. *6ª Revisión de la ordenación del monte nº 232 del CUP, denominado “Dehesa Común de Solanillos” y 7º Plan especial, perteneciente a la Beneficencia Provincial y situado en el TM de Mazarete (Guadalajara).* (Inédito). Fondo Documental del Monte. Madrid.
- 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 y P. pinea.* Tesis Doctoral (Inédita). ETSI Montes (UPM). Madrid.
- TAPIAS, R. Y GIL, L.; 2000. Adaptación reproductiva de las especies forestales ante el fuego. *En: R. Vélez (Coordinador), La defensa contra incendios forestales: 436-466.* Mc Graw Hill. Madrid.
- TAPIAS, R.; GIL, L.; FUENTES-UTRILLA, P. & PARDOS, J.A.; 2001. Canopy seed banks in Mediterranean pines of south-eastern Spain: a comparison between *Pinus halepensis* Mill., *P. pinaster* Ait., *P. nigra* Arn. and *P. pinea* L. *J. Ecol.* 89: 629-638
- TAPIAS, R.; CLIMENT, J.; PARDOS, J.A. & GIL, L.; 2004. Life histories of Mediterranean pines. *Plant Ecology* 171: 53-68.