ESTUDIO DE LA REGENERACIÓN POST-INCENDIO EN MASAS DE *Pinus pinaster* Ait. EN ANDALUCÍA

P. FERNANDEZ REBOLLO [1], R. NAVARRO CERRILLO [1], G. DEL VALLE MURILLO [1]
[1] Dpto. Ingeniería Forestal .ETSIAM. Universidad de Córdoba. Avd/ Menéndez Pidal s/n. 14080 Córdoba

RESUMEN
Se estudia la regeneración y la composición del sotobosque en masas de *P. pinaster* Ait. de Sierra Bermeja y Sierra de Huetor que fueron afectados por incendios forestales de distinta intensidad. Los valores más elevados de regeneración se encuentran en los enclaves que fueron afectados de forma moderada por el fuego en la Sierra de Huetor y en las zonas con daños elevados en Sierra Bermeja. Las zonas afectadas de forma intensa por fuego presentan altas coberturas de matorral, el cual presenta una riqueza específica mayor con una fuerte dominancia de las especies pioneras.
P.C.: Incendio, regeneración, *Pinus pinaster* Ait., Sierra de Huetor, Sierra Bermeja, Andalucía
SUMMARY
In this work, the regeneration and the species composition of the shrub layer in *P. pinaster* Ait. forest has been studied in several areas of Sierra Bermeja and Sierra de Huetor affected by wildfire of different intensity. In Sierra de Huetor the regeneration was found mainly in areas with moderate damage while, in Sierra Bermeja the areas affected by high intensity wildfires show the higher regeneration. The cover and the diversity of shrub increases with the intensity of fire.
K.W.: Wildfire, regeneration**,** *Pinus pinaster* Ait., Sierra de Huetor, Sierra Bermeja, Andalucía

INTRODUCCION

El fuego es probablemente la perturbación más importante que afecta a las comunidades vegetales naturales o semi-naturales, teniendo especial importancia en las áreas mediterráneas por las altas temperaturas y la sequía que se padece durante el periodo estival. Según las características del medio (fisiográficas, climáticas, bióticas, etc.), el régimen del fuego (intensidad, frecuencia, época del año, tipo de incendio) y las condiciones climáticas y el régimen de aprovechamientos posteriores al mismo, los efectos que produce sobre el ecosistema son muy diversos y variables (Naveh, 1975; Trabaud, 1998).

El efecto más evidente del fuego se manifiesta sobre la comunidad vegetal, aunque también pueden ser muy notables sus repercusiones sobre el suelo (Alcañiz, 1995; Agee, 1993), el resto de las comunidades bióticas (López y Guitían, 1988) y otros elementos del ecosistema. La incidencia del fuego en la comunidad vegetal se debe a la diferente sensibilidad de las especies a este tipo de perturbación según el momento de su desarrollo anual (Agee,1993), así como de las características adaptativas que posean, las cuales le permiten resistir, evadir o recuperarse del fuego (Naveh, 1975).

Aún a pesar de que las masas de *Pinus pinaster* Ait. están consideradas como las más pirofíticas de entre los pinares presentes en la península ibérica y de ser la conífera que ocupa una mayor superficie en nuestro país, son escasos los estudios existentes sobre la incidencia del fuego en la regeneración de esta especie, así como sobre la dinámica general de estas masas tras incendios forestales. Es por ello que este trabajo pretende ser una contribución a los estudios realizados sobre la dinámica de la vegetación y el fuego, analizando mediante un estudio sincrónico, la evolución sufrida por masas de *Pinus pinaster* Ait. que se han visto afectadas por incendios forestales de distinta intensidad.

MATERIAL Y METODO

El estudio se ha llevado a cabo en distintos enclaves de Sierra Bermeja (Málaga) y Sierra de Huetor (Granada), los cuales habían sido afectados por incendios forestales ocurridos en distintas fechas. En 1995 un incendio forestal quemó 1450 ha de Sierra Bermeja, comenzando el día 14 de julio y extinguiéndose el día 15 del mismo mes. La Sierra de Huetor se vio gravemente afectada por un incendio en 1993 que recorrió 6.222 ha y se inició el día 7 de agosto finalizando el día 10 del

mismo mes.

La Sierra Bermeja se caracteriza por presentar una topografía bastante accidentada, con pendientes muy pronunciadas. Los subtipos fitoclimáticos presentes en la zona son: IV_4 Mediterráneo genuíno fresco de P> 500 mm/año, y IV_2 Mediterráneo genuíno subtropical. Los suelos predominantes en la zona se corresponden con cambisoles eútricos. Las partes bajas de la sierra están ocupadas por el alcornoque, asociado con otras especies como el quejigo y con inclusión de matorral noble mediterráneo (*Arbutus unedo, Pistacia lentiscus, P. terebinthus, Daphne gnidium*, etc.). En la faja que va desde los 350 m a los 1.100 m de altitud, la vegetación está constituida por bosques de *Pinus pinaster* Ait. Por encima de los 1.100 m de altitud y extendiéndose hasta las cumbres de la sierra, existen pequeñas zonas cubiertas por pinsapos. De igual modo, la Sierra de Huetor presenta un relieve escarpado siendo los subtipos fitoclimáticos más representativos: IV4 Mediterráneo genuíno fresco de P> 500 mm/año y $IV(VI)_1$ Mediterráneo subnemoral fresco. Según el Mapa de Suelos de Andalucía los suelos predominantes son leptosoles lípticos, cambisoles eútricos, dístricos y calcáricos. LA vegetación en los enclaves de estudio estaba constituida por bosques de pinares donde domina el *Pinus pinaster*.

Mediante fotografías aéreas anteriores a las fechas de los incendios, se procedió a la realización de una preselección de los enclaves de estudio considerando el tipo de masa presente antes del incendio: masas adultas densas y masas adultas huecas. Posteriormente, y con ayuda de fotografías aéreas de fecha posterior a cada incendio y cartografía temática sobre daños por incendio, se procedió a clasificar cada enclave preseleccionado según el grado de afectación, considerando los criterios recogidos en la tabla 1 (Navarro *et al*. 2000).

Tabla 1: Clave empleada para la asignación visual del grado de afectación por incendio forestal

Grado de afectación	Características
1. Sin afectar	No se aprecia ningún tipo de daños por incendio sobre la vegetación
2. Moderado	Incendio de superficie, con el arbolado no afectado o sólo parcialmente y el sotobosque ligeramente quemado. En algunos casos el sotobosque o el estrato arbóreo han sido afectados en una gran proporción pero sin llegar a destruir la totalidad de la vegetación. Fracciones de copas sin afectar (verdes). En el caso de arbustedos y matorrales, la vegetación ha sido afectada parcialmente, normalmente por rodales, pero sin llegar a destruir la totalidad de la vegetación.
3. Extremo	El fuego ha destruido el estrato arbóreo. Se conservan restos de follaje quemado en la copa o éstas aparecen carbonizadas, totalmente destruidas. En el caso de arbustedos y matorrales, el fuego ha destruido totalmente la vegetación aunque se puedan conservar pequeñas áreas con restos de la misma.

De esta forma, para cada zona se seleccionaron dos enclaves por tipo de masa adulta (masa densa y masa hueca de P. pinaster) y grado de afectación por incendio (sin daño, daños moderados y daños extremos), lo que significó un total de 24 enclaves de estudio.

Durante la primavera del año 2000 se realizó en cada enclave un inventario de la vegetación presente mediante la realización de observaciones puntuales a lo largo de un transecto lineal (método *"Step-point"*) (Interagency Technical Team, 1.996). El transecto estaba orientado según la línea de máxima pendiente y formado por 50 puntos de observación separados entre sí una distancia que oscilaba entre 2 y 3 metros. En cada punto de observación se anotaba la existencia o no de vegetación y si procedía, la especie interceptada en el estrato arbóreo y/o en el estrato matorral-arbustivo, midiéndose la altura y el diámetro de la copa de cada individuo. Con este inventario se obtuvo para cada enclave las siguientes variables: cobertura de suelo desnudo; cobertura de matorral; cobertura de arbolado; composición botánica y número de especies encontradas en el sotobosque; frecuencia del regenerado. Mediante el test no paramétrico de Kruskall-Wallis se analizaron las diferencias existentes en las variables consideradas según el grado de afectación por incendio.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 2 se recogen los valores de presencia de suelo desnudo y de cobertura de matorral y

arbolado para las distintas masas de *Pinus pinaster* estudiadas. En relación a la presencia de suelo desnudo no se observa un patrón claro, aunque las masas densas muestran una tendencia a presentar mayor cobertura de vegetación cuando los daños por incendios han sido extremos frente a los enclaves que no se vieron afectados por el fuego. Esta tendencia se observa tanto en las localidades de Sierra Bermeja y de Sierra de Huetor y es debida a un aumento considerable de la cobertura de matorral. Esta matorralización de los pinares afectados por incendios ha sido documentada en numerosos trabajos sobre la dinámica de la vegetación y el fuego (Naveh, 1975; Valbuena, *et al*. 1992). Junto a este aumento de la presencia de los matorrales, se constata una disminución de la cobertura de arbolado a medida que se incrementan los daños por incendio y de nuevo vuelve a ser más evidente esta evolución en las masas densas que en las masas huecas. Considerando estas variables, las masas densas antes del incendio, continúan siendo masas densas cuando los daños son moderados y claramente pasan a ser masas huecas en las zonas donde el fuego ha provocado daños elevados en los pinares. Las masas huecas, en general tras el incendio pueden seguir tipificándose como masas huecas, aunque en algunas zonas que sufrieron daños extremos podríamos estar hablando de tranformación a rasos o zonas desarboladas. En algunos enclaves la regeneración encontrada no garantiza la conversión de la masas hacia las formas originarias. Junto a esto, las duras condiciones donde se asientan estos pinares, hace pensar en el desplazamiento de estas masas por otras mejor adaptadas a la sequía, como *P. halepensis*, especialmente en zonas donde convivan ambas especies.

La altura y el diámetro normal del arbolado adulto existente en los enclaves donde se han realizado los transectos se presentan en la tabla 3. En general, aunque no se observan diferencias significativas, el diámetro normal presenta valores más bajos en aquellas zonas que sufrieron daños extremos, presentando unos valores mayores en las zonas no afectadas por el incendio. La altura de los ejemplares de *P. pinaster* muestreados no presenta una tendencia similar, aunque en general el arbolado de la Sierra de Huetor presentaba menores alturas en las zonas con daños extremos, mientras que en la Sierra Bermeja estas diferencias no existían. El fuego afecta al crecimiento de las individuos que sobreviven a los incendios traduciendose en un menor incremento del diámetro normal. En este sentido, la competencia ejercida por el matorral puede explicar la disminución de los crecimientos diametrales.

Las tablas 4 y 5 recogen la frecuencia y las características del regenerado de *P. pinaster*. El análisis de la varianza muestras diferencias significativas en la frecuencia de regenerado según grado de afectación sólo en la localidad de Sierra Bermeja. La frecuencia con la que aparece el regenerado es baja en las zonas no afectadas por el fuego, lo cual concuerda con los trabajos sobre la dinámica del regenerado en estas y otras masas de pinares en ausencia de perturbaciones. Aunque poco significativo, se ha medido una frecuencia de regenerado mayor en las masas huecas no afectadas que en las densas lo cual corrobora el carácter heliófilo de esta especie, en especial en los estadios iniciales de crecimiento (Ruiz de la Torre, 1971). La frecuencia del regenerado aumenta en las zonas que han sufrido daños moderados, alcanzándose en la Sierra de Huetor los mayores valores, en particular en las zonas que antes del incendio constituían masas densas de pinares. También se ha observado regenerado en las zonas muy afectadas por los incendios, presentándose en Sierra Bermeja las frecuencias mayores en estos enclaves. Las elevadas temperaturas que se alcanzan en los incendios forestales pueden promover la germinación de las semillas al romper la durmancia (Nuñez y Calvo, 1997), pero si se sobrepasa una temperatura umbral se pueden producir daños en la semilla perdiendo ésta su viabilidad. Por otro lado, una vez que los piñones viables han caído al suelo, la regeneración depende de las características del ambiente edáfico entre las que se encuentra las condiciones de iluminación del suelo. Así, en fuegos que ocasionen daños elevados en el arbolado, con la eliminación total o parcial de la copa, la puesta en luz es instantánea, esperándose una mayor germinación de las semillas viables, aspecto que se ha constatado en otras masas de pinares (Thanos y Skordilis, 1986). La influencia de la luz puede explicar los valores más elevados de regeneración observados en los enclaves muy afectados de la Sierra Bermeja frente a las zonas con daños moderados.

Tras el fuego el sotobosque evoluciona mostrando una diversidad mayor (tabla 6) especialmente cuando los daños sufridos por el fuego son elevados. Aunque fuegos de elevada intensidad pueden

diezmar el banco de semillas del suelo de los matorrales y afectar a la capacidad de rebrote (Moreno y Oechel, 1991), muchas especies de cistaceas y leguminosas ven incrementadas su germinación por efecto de la temperatura (Trabaud 1998; Valbuena *et al*., 1992). Este aumento de la riqueza específica, en muchas ocasiones lleva aparejado una dominancia de unas pocas especies, en general de carácter heliófilo y que utilizan muy eficientemente los nutrientes fácilmente disponibles que aportan las cenizas (tabla 7 y 8), constituyéndose en serios competidores del regenerado establecido.

BIBLIOGRAFIA

AGEE, A.; (1993). *Fire ecology of Pacific Northwest forest.* Island Press, Washington.

ALCAÑIZ, J.M., SERRASOLAS, I., & VALLEJO, V.R.; (1995). Efects dels incends forestals sobre el sol. En: Terradas J., *Ecologia del foc.* Editorial Proa.

INTERAGENCY TECHNICAL TEAM; (1996). *Sampling Vegetation Atributes.* BLM/RS/ST-96/002, Denver, pp172.

LOPEZ, B. & GUITIAN, J.; (1988). Evolución de las comunidades de aves después del incendio en pinares de Galicia Occidental. *Ardeola* 35(1):97-107.

MORENO, J.M. & OECHEL, W.C.; (1991). Fire intensity and herbivory effects on germination of shrubs and herbs in Southern California chaparral. *Ecology* 72:1993-2004.

NAVARRO, R.M., FERNÁNDEZ, P., SALAS, F., NAVARRO, C., FERNANDEZ-PALACIOS, A.; (2000). Directrices para la restauración del área afectada por el incendio de los Barrios (Cádiz). *Montes* 60:24-32.

NAVEH, Z.; (1975). The evolutionary significance of fire in the mediterranean region. *Vegetation* 29(3):199-208.

NUÑEZ, M., & CALVO, L.; (1997). Efecto de la temperatura en la germinación de *Pinus sylvestris* y *Pinus halepensis*. *Actas del II Congreso Forestal Español* 5:325-329.

RUIZ DE LA TORRE, J.& CEBALLOS, L.; (1971). *Arboles y arbustos de la España peninsular.* ETSI Montes, Madrid.

THANOS, C. & SKORDILIS, A.; (1986). The effects of light, temperature and osmotic stress on germination of Pinus halepensis and Pinus brutia seeds. *Seed Science and Tecnology* 15:163-174.

TRABAUD, L.; (1998). Recuperación y regeneración de sistemas mediterráneos incendiados. *Incendios Forestales: Serie Geográfica* 7:37-47.

VALBUENA, L., TARREGA, R. & LUIS, E.;(1992). Influence of heat on seed germination of *Cistus laurifolius* and *Cistus ladanifer*. *International journal of widland fire* 2:15-20.

Tabla 2: Presencia de suelo desnudo, cobertura del matorral y del arbolado para cada tipo de masa según grado de afectación por incendio.

	Suelo desnudo (%)				**Cobertura de matorral (%)**				**Cobertura de arbolado (%)**			
	Sierra de Huetor		**Sierra Bermeja**		**Sierra de Huetor**		**Sierra Bermeja**		**Sierra de Huetor**		**Sierra Bermeja**	
Daño	**mhPp**	**MdPp**	**mhPp**	**mdPp**	**mhPp**	**mdPp**	**mhPp**	**mdPp**	**mhPp**	**mdPp**	**mhPp**	**mdPp**
Sin daño	8	11	7	8	84	49	87	32	16	61	16	76
Moderado	10	10	7	4	76	52	90	64	14	40	9	42
Extremo	12	9	8	5	87	69	82	77	3	28	11	21

mhPp: masa hueca de *Pinus pinaster* mdPp: masa densa de *Pinus pinaster*

Tabla 3: Altura media y diámetro medio de la copa de los individuos adultos de *P. pinaster* interceptados en los transectos según grado de afectación por incendio. Entre paréntesis la desviación estandar.

	Sierra de Huetor				**Sierra Bermeja**			
	mhPp		**mdPp**		**mhPp**		**mdPp**	
Daño	**H**	**D**	**H**	**D**	**H**	**D**	**H**	**D**
Sin daño	12 (0.23)	3.44 (0.25)	10.6 (0.35)	3.25 (0.65)	9.36 (1.0)	3.39 (0.71)	10.12 (0.46)	3.21 (0.41)
Moderado	9.9 (0.77)	2.60 (0.28)	10.46 (0.25)	2.86 (0.17)	11.82 (0.9)	2.97 (0.45)	11.43 (0.54)	2.68 (0.32)
Extremo	6.33 (0.25)	1.17 (0.4)	7.32 (0.62)	2.28 (0.38)	9.13 (0.19)	2.37 (0.31)	10.14 (0.42)	2.44 (0.51)

mhPp: masa hueca de *Pinus pinaster* mdPp: masa densa de *Pinus pinaster*

Tabla 4: Frecuencia del regenerado de *P. pinaster* e índice de importancia del regenerado (volumen ocupado por el regenerado del regenerado entre el volumen ocupado por el matorral interceptado en los transectos) según grado de afectación por incendio.

	Frecuencia del regenerado (%)				**Volumen reg/volumen matorral**			
	Sierra de Huetor		**Sierra Bermeja**		**Sierra de Huetor**		**Sierra Bermeja**	
Daño	**mhPp**	**mdPp**	**mhPp**	**mdPp**	**mhPp**	**mdPp**	**mhPp**	**mdPp**
Sin daño	2	1	1	0	0.08	0.24	0.07	0
Moderado	3	10	4	3	0.32	0.18	0.09	0.19
Extremo	0	3	5	7	0	0.05	0.04	0.13

mhPp: masa hueca de *Pinus pinaster* mdPp: masa densa de *Pinus pinaster*

Tabla 5: Altura media y diámetro medio de la copa del regenerado de *P. pinaster* interceptado en los transectos según grado de afectación por incendio. Entre paréntesis la desviación estandar.

	Sierra de Huetor				**Sierra Bermeja**			
	mhPp		**mdPp**		**mhPp**		**mdPp**	
Daño	**H**	**D**	**H**	**D**	**H**	**D**	**H**	**D**
Sin daño	1.0	0.75	1.5	0.85	0.95	0.80	-	-
Moderado	0.72 (0.67)	0.48 (0.22)	0.97 (0.32)	0.54 (0.21)	0.71 (0.04)	0.5 (0.01)	1.35 (0.35)	0.70 (0.17)
Extremo	-	-	0.75 (0.42)	0.4 (0.2)	0.46 (0.2)	0.31 (0.04)	0.68 (0.31)	0.34 (0.27)

mhPp: masa hueca de *Pinus pinaster* mdPp: masa densa de *Pinus pinaster*

Tabla 6: Número de especies encontradas en el estrato matorral-arbustivo yaltura media del mismo según grado de afectación por incendio. Entre paréntesis la desviación estandar.

	Sierra de Huetor				**Sierra Bermeja**			
	mhPp		**mdPp**		**mhPp**		**mdPp**	
Daño	**N**	**H**	**N**	**H**	**N**	**H**	**N**	**H**
Sin daño	6	0.60	8	0.61	11	0.59	6	0.45
Moderado	10	0.55	8	0.75	10	0.56	6	0.63
Extremo	12	0.61	13	0.67	13	0.55	12	0.64

mhPp: masa hueca de *Pinus pinaster* mdPp: masa densa de *Pinus pinaster*

Tabla 7: Frecuencia relativa de las distintas especies que constituyen el estrato matorral-arbustivo según tipo de masa y grado de afectación por incendio en la zona de Huetor. Solo se han incluido aquellas especies que presentan una frecuencia igual o superior al 5%.

Sierra de Huetor	**Masa hueca de *P. pinaster***			**Masa densa de *P. pinaster***		
	Sin daño	Moderado	Extremo	Sin daño	Moderado	Extremo
Ulex parviflorus	24	32	21	15	40	25
Crataegus monogyna	-	6	-	-	10	16
Astragalus lusitanica	16	10	-	-	19	10
Rosmarinus officinalis	29	21	26	15	12	12
Ulex baeticus	-	-	20	27	-	-
Halimium halimifolium	-	10	-	19	-	-
Pteridium aquilinum	-	-	-	10	-	-
Retama sphaerocarpa	-	-	-	10	-	-
Stipa tenacissima	10	7	11	-	-	-
Rhamnus myrtifolius	16	-	-	-	-	-

Tabla 8: Frecuencia relativa de las distintas especies que constituyen el estrato matorral-arbustivo según tipo de masa y grado de afectación por incendio en Sierra Bermeja. Solo se han incluido aquellas especies que presentan una frecuencia igual o superior al 5%.

Sierra Bermeja	**Masa hueca de *P. pinaster***			**Masa densa de *P. pinaster***		
	Sin daño	Moderado	Extremo	Sin daño	Moderado	Extremo
Erica umbellata	10	5	-	-	-	20
Erica arborea	22	9	21	-	-	13
Ulex parviflorus	7	11	-	-	11	12
Halimium halimifolium	-	-	-	-	-	12
Genista hirsuta	-	-	-	-	-	9
Daphne gnidium	-	9	-	-	-	9
Cistus ladanifer	7	29	35	16	36	-
Ulex baeticus	15	15	9	25	23	-
Cistus albidus	8	-	-	-	19	-
Phlomis purpurea	-	10	-	28	-	-
Lavandula stoechas	13	-	-	-	-	-
Stauracanthus boivinii	9	-	-	-	-	-