MESA TEMÁTICA 1: Caracterización, dinámica y biodiversidad de los ecosistemas forestales.

RELACIÓN ENTRE LA REGENERACIÓN Y LA APERTURA DEL DOSEL FORESTAL EN *PINUS NIGRA* ARN. SSP. *SALZMANNII* (DUNAL) FRANCO.

P.A. TÍSCAR*; M.A. RUÍZ

Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Centro de Capacitación y Experimentación Forestal. 23470- Cazorla (Jaén).
* pedroa.tiscar@juntadeandalucia.es

Resumen.

Se investiga la relación entre la regeneración de *Pinus nigra* y la apertura del dosel forestal en los pinares de la sierra de Cazorla (provincia de Jaén). La correlación entre el tamaño de los pimpollares (nº de individuos y superficie ocupada) y la superficie de la apertura del dosel se determinó a partir de los datos recabados en diferentes transectos replanteados por el interior del bosque. La regeneración estuvo asociada a las aperturas del dosel forestal, aunque en un rango de superficies muy variable, que osciló entre 88,9 m^2 y 1386,7 m^2. La superficie del claro y la del pimpollar asociado estuvieron positivamente correlacionadas ($R_{SPEARMAN}$= 0,806; n= 10; p-valor= 0,016) revelando que la regeneración de *Pinus nigra* puede producirse en una amplia variedad de tamaños de aperturas y, en consecuencia, generar una amplia variedad de tamaños de bosquetes. El hecho de que estos resultados se produzcan sobre una superficie pequeña a escala monte dificulta la aplicación de los métodos selvícolas tradicionales, por basarse éstos en la prescripción para el cuartel de tratamientos más o menos rígidos y no en la descripción para cada rodal de los tratamientos selvícolas más convenientes.

Palabras clave: claro, selvicultura, perturbación.

INTRODUCCIÓN.

VEBLEN (1992) distinguió tres modos de regeneración natural, en relación con la intensidad y escala espacial de las perturbaciones: (i) el modo de regeneración continuo, frecuente en los bosques tropicales, (ii) el modo de regeneración por catástrofe, que consiste en el establecimiento rápido y masivo de regenerados sobre una superficie amplia, tras una perturbación devastadora y extendida, (iii) y el modo de regeneración en fase de claro, que hace referencia a cuando los regenerados se establecen en los huecos abiertos por la muerte de un árbol adulto o un grupo de ellos.

Los modos de regeneración y los métodos de corta usados en los montes explotados están, evidentemente, relacionados. Así, los métodos de corta, tras los cuales la regeneración se desarrolla sin interferencia del arbolado adulto (cortas a hecho, aclareo sucesivos y uniformes), recuerdan al modo de regeneración por catástrofe. Del mismo modo, cuando el desarrollo de los regenerados tiene lugar bajo la influencia continuada de árboles adultos (cortas de entresaca), podríamos hablar de métodos de corta que imitan al modo de regeneración en fase de claro.

Las perturbaciones a pequeña escala son mucho más frecuentes que las perturbaciones catastróficas (HUNTER, 1993) y, siempre que el período de recurrencia de las perturbaciones catastróficas sea lo bastante largo, en todos los bosques se observaran dinámicas en fase de claro (COATES & BURTON, 1997; HUNTER, 1993). El estudio de esta dinámica ha contribuido significativamente a nuestra comprensión del bosque y puede ser de valor para el diseño de modelos silvoculturales (COATES & BURTON, 1997; LERTZMAN, 1992; RUNKLE, 1982). Una correcta caracterización del modo de regeneración parece, pues, necesaria para gestionar de forma próxima a la naturaleza y, de esta manera, cumplir mejor con los objetivos de sostenibilidad dentro de los

montes explotados.

Las distintas fuentes históricas consultadas no hacen referencia a la ocurrencia de perturbaciones catastróficas de origen natural a lo largo del siglo XX en la sierra de Cazorla. De hecho, los grandes vendavales y las explosiones de plagas graves son acontecimientos raros, y el período de recurrencia de los grandes incendios se ha establecido en más de 200 años (LÓPEZ-SORIA & CASTELL, 1992). Igualmente, algunas características de *Pinus nigra* sugieren que su regeneración ocurre sobre la base de pequeñas perturbaciones, es decir, conforme al modo de regeneración en fase de claro. Así, su temperamento es de media sombra (CEBALLOS y RUÍZ DE LA TORRE, 1979), la recuperación natural de sus masas incendiadas es muy difícil (TRABAUD & CAMPANT, 1991) y es el más longevo de los pinos españoles (BLANCO *et al.*, 1998). Sin ir más lejos, en la actualidad existe un rodal de *Pinus nigra* en la sierra de Cazorla de pies centenarios y algunos incluso milenarios (CREUS, 1998), cuya mera existencia, ya haya sido por la ausencia de perturbaciones catastróficas o por su resistencia (ver GIL y TAPIAS, 2005), constituye una prueba en favor del modo de regeneración en fase de claro.

El objetivo de este trabajo fue comprobar la hipótesis de que la regeneración de *Pinus nigra* subesp. *salzmanni* se produce en la sierra de Cazorla conforme al modo en fase de claro y poner a punto una metodología de trabajo que pueda utilizarse a gran escala en trabajos posteriores.

MATERIAL Y MÉTODOS.

El pino salgareño (*Pinus nigra* Arn. subesp. *salzmannii* (Dunal) Franco) es una conífera propia de las montañas orientales calizas de la península Ibérica.

El estudio se realizó en el sitio conocido como Cañada del Espino, en el monte Navahondona de la sierra de Cazorla (provincia de Jaén). Aunque existen rasos de considerable extensión, el lugar está ocupado básicamente por un monte cerrado de pino salgareño.

Los datos se obtuvieron en dos transectos de 10 m de anchura: uno de 390 m de longitud, situado sobre la ladera de la cañada orientada al noroeste; el otro de 290 m de longitud, situado sobre la ladera de la cañada orientada al sureste. Los dos transectos partieron de la pista forestal que sigue el fondo de la Cañada del Espino, aunque, a efectos de medición, se despreciaron los primeros 50 m de cada transecto, para evitar el posible efecto borde de la pista. El punto de arranque de cada transecto se determinó al azar, generando dos números aleatorios, o distancias con una precisión de 0,1 km, que luego se buscaron en la pista forestal con la ayuda del cuentakilómetros de un coche. Desde el punto de arranque, la línea de máxima pendiente marcó el sentido de progresión en ambos transectos.

Los pimpollares en estado de repoblado o monte bravo (ver MESON y MONTOYA, 1993 p. 222) que tocaron los transectos se midieron, anotando la superficie de la apertura extendida y la superficie ocupada por el pimpollar, propiamente dicho. La apertura extendida se definió como el espacio situado por dentro de la línea que unía los troncos de todos los árboles situados en el borde de la misma. Esta definición coincidió con el concepto de claro expandido de LERTZMAN (1992) e incluye tanto la apertura propiamente dicha, como la franja de alrededor que se sitúa por debajo de las copas de los árboles del borde. Las superficies ocupadas por las aperturas extendidas y por los pimpollares se calcularon por triangulación a partir de una radiación realizada desde el centro de la apertura. Más concretamente, desde una posición centrada en el pimpollar, la radiación se realizó midiendo la distancia reducida al eje del tronco de todos los árboles que delimitaban la apertura y, a la vez, la distancia reducida hasta el borde del pimpollar en esa dirección (ver Figura 1). También se anotó el número de pies presente en cada pimpollar.

RESULTADOS.

En total se identificaron y midieron 10 pimpollares de regenerados de *Pinus nigra*. Los regenerados estuvieron asociados a los claros u aperturas del dosel forestal, aunque en un rango de superficies muy variable, que osciló entre 88,9 m^2 y 1386,7 m^2 (Tabla 1). La superficie del claro y la del pimpollar asociado estuvieron positivamente correlacionadas ($R_{SPEARMAN}$= 0,806; N= 10; p-valor= 0,016) revelando que la regeneración de *Pinus nigra* puede producirse en una amplia variedad

de tamaños de aperturas y, en consecuencia, generar una amplia variedad de tamaños de bosquetes.

DISCUSIÓN.

Pinus nigra presenta un temperamento de media sombra (CEBALLOS y RUIZ DE LA TORRE, 1979), que dificultaría su regeneración en grandes claros forestales (pero ver ALEJANO y MARTINEZ, 1999). Este carácter ha podido comprobarse durante la elaboración del presente trabajo, pues se ha observado que los regenerados faltan por completo en los grandes claros o se refugian bajo los árboles adultos en los rodales de poca densidad, mientras que aparecen asociados a las aperturas del dosel forestal en las zonas de bosque cerrado. Esta circunstancia sugeriría la imposibilidad de que la regeneración de *Pinus nigra* se ajuste al modo de regeneración por catástrofe (ver VEBLEN, 1992), en la sierra de Cazorla.

Adicionalmente, en los montes de la sierra de Cazorla, se realizan aprovechamientos extraordinarios por "vientos y nieves" que afectan anualmente a cierta cantidad de árboles dispersos, muertos por diferentes causas (desarraigados por el viento o por el peso de la nieve o tronchados a media altura por la misma razón, atacados por insectos perforadores, etc). Por el contrario, no hay citas históricas, ni comentarios recogidos en las crónicas de ordenación (existen desde 1893), que hagan referencia a grandes vendavales o a plagas catastróficas. Los incendios existen, pero la falta de respuesta del pino salgareño ante el fuego (TRABAUD & CAMPANT, 1991; HABROUK *et al.*, 1999), sugiere que los grandes incendios no han formado parte del ambiente evolutivo que habría caracterizado a los bosques de *Pinus nigra* subesp. *salzmannii*. El hecho de que, en los últimos 10.000 años, el pino salgareño haya constituido la vegetación predominante durante los períodos climáticos secos (CARRIÓN *et al.*, 2001), cuando los incendios habrían sido teóricamente más frecuentes, confirma esta idea de que la recurrencia de los incendios catastróficos (se entiende que los originados por causas naturales) sobre los mismos sitios no es alta en el macizo Cazorla-Segura.

Los resultados mostraron que la superficie de los pimpollares se correlaciona positivamente con la superficie de las aperturas extendidas, sugiriendo que la regeneración evita la sombra y busca la luz hasta un valor máximo de intensidad lumínica, que estaría limitado por el tamaño de la apertura. En este sentido, SERRADA (1994) comenta que es necesaria un área basimétrica residual de 10-5 m^2/ha durante largo tiempo para asegurar la regeneración de *Pinus nigra* en las masas regulares del Sistema Ibérico.

Por el límite superior, durante la realización de este estudio se pudo comprobar que en las zonas de monte cerrado a veces aparecen pies de regenerados, aunque con tan poca fuerza y densidad que no se midieron, al considerarse no viables. Conociendo que los diseminados también aparecen en las zonas de monte muy denso (TISCAR, 2004), lo mencionado antes indica que la luz es un recurso limitante en la transición de diseminados a repoblados (ver MESÓN y MONTOYA, 1993 p. 222) y ofrece una oportunidad para distinguir entre el nicho de regeneración y el nicho de crecimiento definidos por GRUBB (1977). Así mismo, pone de manifiesto que, junto al modo de regeneración por catástrofe, el modo de regeneración continuo de VEBLEN (1992) tampoco es posible en las masas de pino salgareño.

En definitiva, los resultados apuntan a que el modo de regeneración preponderante en los pinares de *Pinus nigra* de la sierra de Cazorla es uno en fase de claro (VEBLEN, 1992), ya que los pimpollos tienden a establecerse en el interior de los huecos abiertos por la muerte de un árbol adulto o grupo de ellos. La consecuencia de este modo de regeneración, a partir de pequeñas perturbaciones dispersas por la superficie forestal, es que las masas cazorleñas de *Pinus nigra* serían naturalmente irregulares (*sensu* MADRIGAL, 1994 p. 80).

Las masas irregulares se gestionan mediante cortas por entresaca pie a pie o por bosquetes (SERRADA, 1999). La superficie máxima de la apertura extendida medida en este trabajo (1386,7 m^2) estuvo en el límite de lo que podríamos considerar un monte irregular pie a pie, pero en la zona de estudio existen bosquetes de hasta 0,5 ha o más que, en este caso, conservan una cierta cantidad de pies gruesos, legado de la generación anterior (TISCAR, 2004). Conforme los claros aumentan de tamaño y, en consecuencia, presumiblemente los bosquetes, el gestor forestal se enfrenta a la situación de estar gestionando masas irregulares con técnicas de corta continua. Esta circunstancia nos

recuerda que los diferentes tratamientos propuestos por la selvicultura general son en realidad fronteras ficticias (SERRADA, 1999; BRADSHAW, 1992).

Ante esta situación, los resultados sugieren que el tratamiento selvícola aplicado a la unidad de gestión (cuartel) no debería ser único, sino que el gestor debería de tener la oportunidad de aplicar un abanico amplio de tratamientos selvícolas dentro de la misma unidad. Para ello, sería necesario que los gestores se formaran como profesionales capaces de describir las distintas condiciones ambientales del monte y de hacer selvicultura con flexibilidad, antes que como profesionales que aplican paso a paso las prescripciones de los tratamientos selvícolas generales.

La posibilidad de aplicar una selvicultura más descriptiva que prescriptiva sería especialmente interesante en donde se producen cambios rápidos de las condiciones edáficas y microclimáticas dentro de la unidad de gestión, tal y como ocurre en la sierra de Cazorla. Este tipo de proceder debería completarse con una aproximación de "gestión adaptativa" (ABELLANAS, 2002), es decir, con la realización de un control y seguimiento constantes que permitan el reajuste permanente de las intervenciones.

Agradecimientos.

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía proporcionó los medios para la realización de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA.

ABELLANAS B., 2002. La selvicultura mediterránea y la conservación de la biodiversidad. En: Actas del Seminario "Conservación de la Biodiversidad en Ecosistemas Forestales", Cazorla (Jaén). Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucia (ed.). Sevilla.Edición digital en disco compacto.

ALEJANO, R. y MARTINEZ, E.; 1999. Síntesis de situaciones ecológicas diferenciadoras del temperamento de Pinus nigra Arn. ssp. salzmannii en el núcleo de sierras de Cazorla y Segura. Montes 58: 17-24.

BLANCO, E.; CASADO, M.A.; COSTA, M.; ESCRIBANO, R.; GARCIA, M.; GENOVA, M.; GOMEZ, A.; GOMEZ, F.; MORENO, J.C.; MORLA, C.; REGATO, P. y SAINZ, H., 1998. Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica. Editorial Planeta S.A. Barcelona.

BRADSHAW, F.J.; 1992. Quantifying edge effect and patch size for multiple-use silviculture –a discussion paper. For. Ecol. Manage. 48: 249-264.

CARRION, J.S.; MUNERA, M. ; DUPRE M. & ANDRADE A. ; 2001. Abrupt vegetation changes in the Segura Mountains of southern Spain throughout the Holocene. J. Ecol. 89: 783-797.

CEBALLOS, L. y RUIZ DE LA TORRE J.; 1979. Arboles y arbustos de la España peninsular. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Sección de Publicaciones, 512 pp.

COATES, K.D. & BURTON, P.J.; 1997. A gap-based approach for development of silvicultural systems to address ecosystem management objectives. For. Ecol. Manage. 99: 337-354.

CREUS, J.; 1998. A propósito de los árboles más viejos de la España peninsular: los Pinus nigra Arn. ssp. salzmanii (Dunal) Franco de Puertollano-Cabañas sierra de Cazorla, Jaén. Montes 54: 68-76.

GIL, L. y TAPIAS, R.; 2005. Estrategias regenerativas de Pinus nigra. Comparación con los otros pinos españoles. En: M.A. Grande y A. García-Abril (Coord.). *Los pinares de Pinus nigra Arn. en España: ecología, uso y gestión.* Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid. pp. 127-150.

GRUBB P.J., 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. Biol. Review 52: 107-145.

HABROUK, A.; RETANA, J. & ESPELTA, J.M.; 1999. Role of heat tolerance and cone protection of seeds in the response of three pine species to wildfires. Plant Ecol. 145: 91-99.

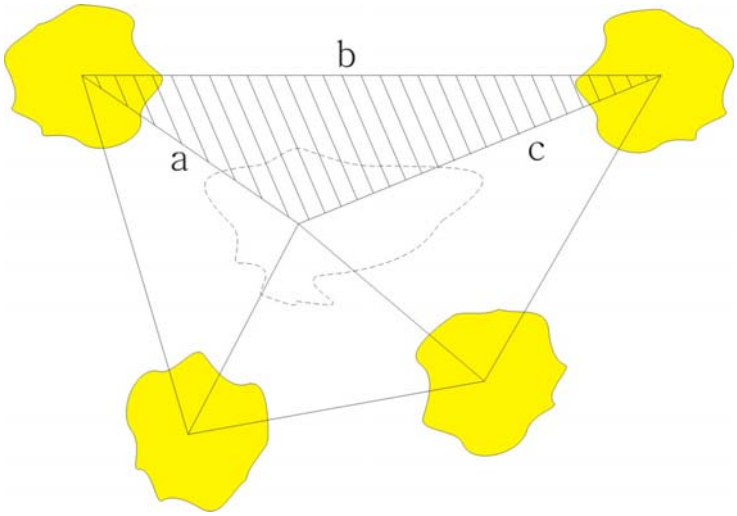
HUNTER, M.L. Jr.; 1993. Natural fire regimes as spatial models for managing boreal forest.

Biological Conservation 65: 115-120.
LERTZMAN, K.P.; 1992. Patterns of gap-phase replacement in a subalpine, old-growth forest. Ecology 73: 657-669.
LÓPEZ-SORIA, L. & CASTELL, C.; 1992. Comparative genet survival after fire in woody Mediterranean species. Oecologia 91: 493-499.
MADRIGAL A., 1994. Ordenación de Montes Arbolados. MAPA-ICONA: Colección Técnica. Madrid.
MESON, M. y MONTOYA, M.; 1993. Selvicultura mediterránea (El cultivo del monte). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
RUNKLE, J.R.; 1982. Patterns of disturbance in some old-growth mesic forests of eastern North America. Ecology 63: 1533-1546.
SERRADA R., 1999. Avance apuntes de selvicultura. Servicio de Reprografía de la EUIT Forestal, Universidad Politécnica de Madrid.
SERRADA, R.; 1994. El problema de la regeneración natural del Pinus nigra Arn. Montes 36: 52-57.
TÍSCAR, P.A.; 2004. Estructura, regeneración y crecimiento de Pinus nigra en el Área de Reserva Navahondona-Guadahornillos (Sierra de Cazorla, Jaén). Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid (inédita).
TRABAUD, L. & CAMPANT, C. ; 1991. Difficulté de recolonisation naturelle du pin de Salzmann Pinus nigra Arn. ssp. salzmannii (Dunal) Franco après incendie. Biological Conservation 58: 329-343.
VEBLEN T.T., 1992. Regeneration dynamics. En: D.C. Glenn-Lewin; D.C., R.K. Peet R.K. & T.T. Veblen (eds), Plant Succesion: Theory and Prediction. Chapman y Hall. London. pp. 152-187.

Tabla 1. Superficies en m^2 de 10 claros del dosel forestal y de los corros de regeneración o pimpollares situados en su interior, con indicación del número de regenerados.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Claro	1386,7	156,8	227,9	183,1	382	217,4	88,9	210	648	435,6
Corro	819,5	80,9	71,1	75,6	228,4	77,2	34,2	117,6	259,2	204,4
Nº pies	358	187	54	20	35	130	105	79	164	86

Figura 1. Esquema que muestra la manera de medir las superficies de la apertura extendida y del pimpollar.



El dibujo muestra una apertura hipotética del dosel forestal, delimitada por cuatro árboles. El paralelepípedo que resulta de unir el eje de los cuatro árboles constituye la superficie de la apertura extendida. El área encerrada dentro de la línea discontinua representa la superficie ocupada por un hipotético grupo de regenerados o pimpollar .En ambos casos, la superficie se puede calcular, triángulo a triángulo, con la fórmula del semiperímetro (la superficie abc representa uno de los triángulos). Las mediciones de la triangulación se realizaron con una cinta métrica y un clisímetro.