

ESTUDIO DE LA REGENERACIÓN NATURAL DE *PINUS PINASTER* AIT. SSP. *ATLÁNTICA* EN EL NOROESTE DE ESPAÑA

E. Canga Líbano, R. Rodríguez Soalleiro y G. Vega Alonso

Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela. Campus Universitario. 27002-LUGO (España). Correo electrónico: roquers@correo.lugo.usc.es

Resumen

A partir de los datos obtenidos mediante el muestreo sistemático de 82 parcelas replanteadas en siete rodales diferentes de Asturias y Pontevedra, se analizaron las relaciones entre la densidad de regenerado de *Pinus pinaster* y variables del medio físico y selvícolas. Del análisis de estos datos se deduce la existencia de mayor densidad de regenerado después de un incendio y tras la trituración de los restos de corta. Así mismo que las semillas provienen fundamentalmente de los restos de corta, minimizando, debido a la abundancia de semilla disponible, la importancia de las diseminaciones procedentes de árboles próximos en pie y, en consecuencia, los efectos de la distancia al rodal adulto y de la presencia o no de árboles padre.

Palabras clave: *Pinus pinaster*, Regeneración natural, Cortas de regeneración, Selvicultura, Tratamientos, Galicia

INTRODUCCIÓN

El pino marítimo tiene unas condiciones especialmente aptas para la regeneración natural, capacidad que se ha aprovechado tradicionalmente en el Noroeste ibérico planteándose su regeneración mediante cortas a hecho en uno o dos tiempos, con resultados casi siempre satisfactorios. Sin embargo, el análisis de los factores del medio o de los tratamientos selvícolas que pudieran influir en la germinación y establecimiento del regenerado, resulta imprescindible para que un mejor conocimiento de este fenómeno permita definir tratamientos selvícolas más efectivos.

Aunque existen estudios previos de la regeneración natural de esta especie, estos se han dirigido principalmente a las regeneraciones

producidas tras incendios forestales (VEGA, 1977; REGO et al., 1991).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se muestrearon montes propiedad de la administración situados en las provincias de Oviedo y Pontevedra. Se trata de masas mono-específicas de *Pinus pinaster*, excepto en dos de los rodales en los que se estudiaron masas mixtas de *P. pinaster* y *P. radiata*. En la tabla 1 se señalan algunos datos de las zonas de estudio.

Estas masas fueron tratadas mediante cortas a hecho, reservándose árboles padre, en uno de los rodales estudiados. En los montes muestreados en Asturias, aunque están sujetos a planes de ordenación en los que inicialmente se habían

MONTE	LOCALIZACIÓN	Nº PARCELAS	COMENTARIOS
Valsera	Cudillero (Asturias)	7	Acordonado de restos de corta
Pedredos	Luarca (Asturias)	24	Árboles padre, retirada de residuos, roza del matorral por calles, preparación del suelo mediante subsolado o puntualmente con rotovator.
Rodoiros	Tineo (Asturias)	20	Acordonado de residuos, roza del matorral por casillas.
Rodoiros	Tineo (Asturias)	11	Trituración residuos corta, roza del matorral por casillas, incendio de intensidad suave entre febrero-marzo.
Calvelo y Vilanova	Cotobad (Pontevedra)	20	Regeneración tras incendio fuerte en Agosto.

Tabla 1. Descripción de las zonas de muestreo.

definido cortas en dos tiempos, se están aplicando cortas a hecho.

Los tratamientos aplicados en los distintos rodales tras la corta fueron: roza del matorral (por casillas o por calles), manejo de restos de corta mediante retirada, acordonado o trituración mediante desbrozadora de martillos, y preparación del suelo mediante subsolado o puntualmente mediante un rotovator.

En tres de los rodales estudiados se produjeron incendios previos a la corta, siendo; de intensidad suave y en febrero-marzo en uno de los casos, y de intensidad fuerte y de verano en los otros dos.

Se realizó un muestreo mediante parcelas de superficie fija, que se ha considerado el método más adecuado para estudios de regeneración natural (GONZÁLEZ MARTÍNEZ Y BRAVO, 1997).

Se realizó un muestreo sistemático adaptando la malla a las características particulares de cada monte. El tamaño de la malla se decidió después de hacer un recorrido por el monte en cuestión y hacer una estimación de su variabilidad y extensión. Finalmente, se utilizaron distintos tamaños de malla: 50x50, 75x75, 50x75 y 150x150 m. La malla se orientó N-S, excepto en los casos de tener una faja de corta, en los que se orientó en el sentido de la faja para así estudiar la influencia del rodal adulto a distintas distancias. Se replantearon parcelas de 5 m de radio, ampliable a 10 m en el caso de que no existiese regenerado o este fuese de muy escasa densidad (SERRADA *et al.*, 1994). Así se evitó el hecho de

que la baja densidad de regenerado se debiese a un efecto local.

El número de parcelas replanteadas con este método fue de 82, 62 en Asturias y 20 en Pontevedra. Asimismo se midieron 9 parcelas en uno de los rodales muestreados en Asturias, de hasta 8 años de edad. Estas últimas parcelas no se incluyeron en el análisis estadístico, aunque se extrajeron conclusiones de su observación.

En cada una de las unidades de muestreo se han medido distintas variables:

- Variables relacionadas con la regeneración: densidad de regenerado (por conteo), pauta de distribución (uniforme, corros, grupos, no uniforme), edades de regenerado y tanto por ciento de cada edad.
- Variables relacionadas con el medio físico: datos fisiográficos (altitud, pendiente, orientación, posición orográfica), geología, edafología (espesor de la capa de materia orgánica, profundidad de suelo fácilmente colonizable por las raíces), cobertura y altura de la vegetación competidora (herbáceas, helecho, tojo, brezo,...).
- Variables relacionadas con los tratamientos selvícolas, como métodos de preparación del suelo, manejo de los restos de corta, roza de la vegetación competidora, incidencia de incendio, época y método de corta, distancia al rodal adulto, presencia de árboles padre...

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el programa estadístico SAS.

Se realizó un análisis previo de los datos consistente en un estudio de la normalidad de las variables individuales, procediéndose a probar distintas transformaciones de variables (logarítmica, inversa, arco seno, raíz cuadrada) y eligiéndose aquella que mostrase un mejor ajuste a una distribución normal. A pesar de las transformaciones, la mayoría de las variables seguían sin mostrar un buen ajuste, transformándose solamente algunas. Se utilizaron las variables transformadas únicamente en aquellas técnicas multivariantes que tuviesen como supuesto básico la normalidad de los datos.

Se realizó un análisis de componentes principales, se analizaron los coeficientes de correlación t de Kendall y se realizó un análisis no paramétrico de varianza mediante el test de Kruskal-Wallis y de Wilcoxon, para mostrar si existían diferencias significativas entre las medias de los distintos grupos en que se dividía la muestra.

Para poder utilizar el análisis no paramétrico de varianza en el caso de las variables continuas, se hizo necesario dividir la muestra en varios grupos, para lo que se dividió la densidad de regenerado en varias clases (tabla 2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los análisis estadísticos realizados se pueden extraer los siguientes resultados:

- + La densidad de regenerado es suficiente en todos los rodales (en el rodal con peor regeneración la densidad media es mayor de 2.000 pies/ha), aunque hay que tener en cuenta su distribución, ya que si esta es agru-

pada, la cubierta es incompleta, lo que sucede en parte de los rodales estudiados.

Para otras especies se ha estimado que la densidad más conveniente para una buena regeneración natural tiene un valor aproximado de 2.000 pies/ha (SERRADA *et al.* 1994), cifra superada en todos los rodales, aunque los coeficientes de dispersión y la varianza indican una gran dispersión de valores, lo que supone que hay zonas con un nivel de regeneración insuficiente y otras por encima del óptimo.

En general, se puede decir que la distribución es uniforme en un 76% de las parcelas de Asturias y en un 90% en el caso de Pontevedra.

La distribución de edades es mucho más uniforme en el caso de regeneraciones "explosivas" (incendio o trituración de restos), concentrándose en dos edades. En el resto de los casos, el regenerado continúa estableciéndose mientras tenga luz.

- + El coeficiente de correlación entre la densidad de regenerado y el tanto por ciento de pedregosidad es de -0.20 (nivel de significación 0,0277). Además se observa que la densidad de regeneración aumenta a medida que disminuye el tanto por ciento de pedregosidad. Esto es lógico teniendo en cuenta la barrera física que se crea para el establecimiento del regenerado (ALEJANO, 1997).

En el mismo sentido, se observa que la densidad media de regenerado es sensiblemente inferior en el caso de los derrubios de ladera (2.620 pies/ha) en comparación con el resto de parcelas muestreadas (7.797 pies/ha). Este resultado es lógico teniendo

ASTURIAS	
Clase 0	Densidad < 1600 pies/ha
Clase 1	Entre 1600 y 3000 pies/ha
Clase 2	> 3000 pies/ha
PONTEVEDRA	
Clase 0	Densidad menor de 1.500 pies/ha.
Clase 1	entre 1.500 y 3.000 pies/ha
Clase 2	entre 3.000 y 10.000 pies/ha.
Clase 3	> 10.000 pies/ha.

Tabla 2. Clases de regenerado.

en cuenta las dificultades de establecimiento de cualquier especie en estas condiciones, ya que se trata de suelos esqueléticos con un potente horizonte A, es decir, suelos con gran abundancia de pedregosidad y elementos gruesos con una matriz orgánica.

- + En cuanto a la cobertura del helecho, presenta una correlación negativa con la densidad de regenerado y medias significativamente diferentes en los distintos grupos en que se dividió la muestra según la densidad de regenerado. Esto concuerda con la idea de que el helecho es un enemigo importante de la regeneración, sobre todo en otoño, cuando se seca y cae sobre la planta provocándole daños mecánicos y una fuerte competencia por la luz.
- + La densidad de regenerado no se correlaciona con la distancia al rodal adulto, ni tampoco con la presencia de árboles padre, lo que parece indicar que el aporte de semilla vendría fundamentalmente de los restos de corta. Esto ya ha sido anteriormente indicado por otros autores, que llegaron a la conclusión de que las fuentes de semilla no se reducen a los pies semilleros, sino también a las masas circundantes y a los árboles que han sido apeados en las cortas de regeneración (YAZDANI & LINDGREN, 1992 citado por GONZÁLEZ MARTÍNEZ Y BRAVO, 1999). En este mismo sentido, YAZDANI *et al.* (1989) (citado por GONZÁLEZ MARTÍNEZ Y BRAVO, 1999) estudiando la dispersión genética de los árboles padre en rodales suecos de *Pinus sylvestris* concluyen que, sorprendentemente, pocas plántulas tienen como árbol padre el árbol más cercano. Dichos autores, a partir de estudios de isoenzimas, sólo encuentran un 5 % de correspondencia entre los árboles padre analizados y las plántulas presentes en un círculo de 15 m de radio. Estos

resultados entran en contradicción con las teorías más difundidas sobre dispersión de semilla por lo que son necesarios estudios más profundos sobre la dinámica genética de los rodales forestales para clarificar los procesos de dispersión, de gran importancia selvícola (GONZÁLEZ MARTÍNEZ Y BRAVO, 1999).

- + El tipo de tratamiento de los restos de corta influye de manera notable en la densidad de regenerado (tabla 3). La trituración de los restos de corta provoca una "explosión" del regenerado, concentrándose en las zonas donde se situaba el cordón de restos y por donde pasó la desbrozadora de martillos, formándose auténticos "setos" de difícil accesibilidad. En estos, el regenerado es mucho más uniforme en cuanto a edades, que el regenerado "no explosivo" encontrado en otros rodales muestreados. Además, su crecimiento es notablemente superior.

Este aumento del regenerado podría explicarse por la trituración de los restos y su mezcla con el suelo, lo que crea un lecho de germinación muy adecuado para las plántulas de pino, además de que se abre un espacio físico antes vedado para su instalación. Por último, el paso de la desbrozadora de martillos puede favorecer la difusión de las piñas, o parte de ellas, en una superficie más amplia del monte, poniendo estas semillas en condiciones adecuadas para su posible germinación.

El manejo de restos que coincide con la peor densidad de regeneración es la retirada de residuos. Esto podría explicarse por el daño a las plántulas ya instaladas y la posible retirada de piñas.

- + En el caso del incendio, la media de la densidad de regenerado en parcelas con incendio en Asturias es de 11.731 pies/ha, cifra notablemente superior a la de las parcelas

TRATAMIENTO	N (nº parcelas)	Densidad media de regenerado
Acordonado	27	4941.51 pies/ha
Retirada	24	2951.09 pies/ha
Triturado	11	11730.68 pies/ha

Tabla 3. Efecto de los distintos tratamientos de restos de corta en la densidad de regenerado.

sin incendio (4.005 pies/ha). Estos resultados concuerdan con los de estudios anteriores (VEGA, 1977; REGO et al., 1991).

Del análisis de componentes principales, en el caso de Asturias, en la gráfica en tres dimensiones de las tres primeras componentes (figura 1) se observa una clara separación de las parcelas de uno de los rodales, que es precisamente en el que se produjo un incendio y se trituraron los restos de corta mediante desbrozadora de martillos.

Se observa igualmente que a medida que aumenta la cobertura del tojo aumenta también la densidad de regenerado. Se trata de un efecto indirecto del fuego, ya que la cobertura del tojo y el incendio están altamente correlacionadas, debido al pirofitismo de esta especie.

Comparando las medias de la densidad de regenerado en parcelas con incendio en Asturias y en Pontevedra, se observa que en estas últimas la densidad de regenerado es superior, 35.948 pies/ha frente a los 11.731 pies/ha de Asturias. Esto coincide con las conclusiones de VEGA (1977) en el sentido de que un incendio de intensidad fuerte y de verano produce un mayor aumento en la regeneración del pino marítimo que uno suave entre febrero-marzo.

En el caso de los rodales mixtos de *Pinus pinaster* y *Pinus radiata*, este último se vio favorecido por el incendio de intensidad fuerte que se produjo en Pontevedra, aumentando su presencia de un 13% a un 23%, hecho ya observado por VEGA (1977).

CONCLUSIONES

Como conclusiones se pueden destacar las siguientes:

- El incendio influye notablemente en la regeneración, provocando las mayores densidades de regeneración muestreadas en este estudio (hasta 75.000 pies/ha).
- En las parcelas de Pontevedra, el incendio, de intensidad fuerte, favoreció a *Pinus radiata* frente a *Pinus pinaster*.
- Con el tratamiento de restos por trituración se obtienen regenerados de gran densidad, distribuidos uniformemente y con un crecimiento importante.
- Del estudio parece reflejarse que el mayor aporte de semilla proviene de los restos de corta, minimizándose la importancia de la distancia al rodal adulto y de la presencia de árboles padre.
- La pedregosidad incide de manera negativa en la densidad de regenerado, al ocupar el espacio físico que éste precisa para su desarrollo y afectar a las micro condiciones de humedad y temperatura en su entorno.
- La técnica de muestreo sobre regeneraciones espontáneas, empleada en este estudio, se ha mostrado insuficiente para reflejar la gran variabilidad de la mayoría de los factores incluidos en él y la escasez de localizaciones en las que muestrear, pudiendo estimarse de forma adecuada solo los más homogéneos.

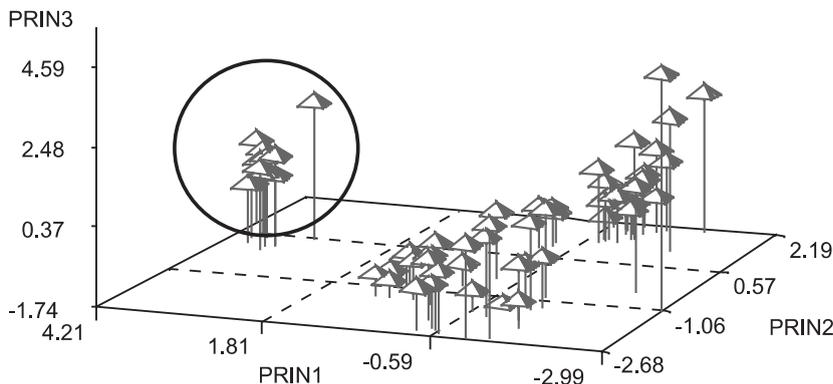


Figura 1. Gráfica en tres dimensiones de las tres primeras componentes del análisis de componentes principales.

Por ello, para poder profundizar en este conocimiento parece necesario el uso de parcelas de ensayo con condiciones controladas que reduzcan esa variabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEJANO MONJE, R.; ÁLVAREZ LINAREJOS, L.; MADRIGAL COLLAZO, A. Y MARTÍNEZ MONTES, E.; 1997. Regeneración de *Pinus nigra* ssp. *salzmannii* en las Sierras Béticas. En: F. Puertas Tricas y M. Rivas (eds.), *Actas del I Congreso Forestal Hispano-luso y II Congreso Forestal Español IRATI-97*, IV: 15-20. Gráficas Pamplona. Pamplona.
- ALEJANO MONJE, R.; 1997. *Regeneración natural de Pinus nigra* ssp. *salzmannii* en las Sierras Béticas. Tesis Doctoral. E.T.S.I. Montes, U.P.M. Madrid.
- GONZÁLEZ MARTÍNEZ, S.C. Y BRAVO OVIEDO, F.; 1997. Inventario y descripción de la regeneración natural aplicada a grupos ordenados de *Pinus sylvestris* L. del Alto Ebro. *Montes* 50: 21-28.
- GONZÁLEZ MARTÍNEZ, S.C. Y BRAVO OVIEDO, F.; 1999. Regeneración natural, establecimiento y primer desarrollo del pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.). In. *Agrar. Sist. Rec. For., Fuera de serie* 1: 225-247.
- REGO, F.C; BUNTING, S.C & DA SILVA, J.M.; 1991. Changes in understory vegetation following prescribed fire in maritime pine forests. *For. Ecol. Manag.* 41: 21-31.
- SAS INSTITUTE INC.; 1989. SAS/STAT User's Guide, Version 6 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- SERRADA, R; LERENA, S. Y RESCO, M.I.; 1994. El problema de la regeneración natural de *Pinus nigra* Arn.. *Montes* 36: 52-57.
- VEGA HIDALGO, J.A.; 1977. Influencia del fuego en los hábitos regenerativos del *Pinus pinaster* y *Pinus radiata* en Galicia (Noroeste de España). *Monografía ICONA* 20: 47-49.