

INFLUENCIA DEL CLIMA SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA REGENERACIÓN DEL ABETO (*Abies alba* Mill.) EN EL PIRINEO ARAGONÉS

J.J. CAMARERO; E. MARTÍN; E. GIL-PELEGRÍN; A. PADRÓ
(1) (1) (2) (3)

- (1) Servicio Provincial de Medio Ambiente de Zaragoza, Unidad de Sanidad Forestal, D.G.A.
- (2) Unidad de Recursos Forestales, Servicio de Investigación Agroalimentaria, D.G.A.
- (3) Servicio de Estudios, Coordinación y Defensa contra Incendios Forestales, D.G.A.

RESUMEN

Se describe la influencia del clima sobre la regeneración de abeto (*Abies alba* Mill.) en un hayedo-abetar del Pirineo occidental aragonés. Se pretende describir: (i) la influencia del clima sobre la regeneración del abeto; (ii) su nicho de regeneración. Se situó, en una zona de topografía homogénea y representativa del bosque estudiado, una parcela cuadrada de dimensiones 30 m x 30 m. Dentro de cada parcela se situaron todas las plántulas de abeto (altura < 1,3 m), de las cuales se midió su tamaño (altura, diámetro basal) y se estimó su edad (número de internodos). La parcela se dividió en subparcelas de 1 m x 1 m para las cuales se estimaron una serie de variables: independientes (sustrato –materia orgánica, acículas, suelo, roca–; cobertura herbácea, arbustiva y arbórea; área basal –abeto y haya–; número de pies de haya; disponibilidad de luz) y dependiente (densidad de plántulas de abeto). Mediante análisis de correlación (r_s de Spearman) se describió la influencia del microambiente sobre la regeneración en una zona dentro la parcela (5 m x 30 m). Para la población estudiada, se ha establecido el nicho de regeneración del abeto, tanto en el espacio (microambiente) como en el tiempo (clima).

P.C.: nicho de regeneración, clima, microambiente, *Abies alba* Mill., Pirineos.

SUMMARY

We describe the influence of climate on the regeneration of fir (*Abies alba* Mill.) in a mixed beech-fir forest located in the western Aragón Pyrenees. The aims of this study were to describe: (i) the influence of climate on fir regeneration; (ii) the regeneration niche of this species. A square plot (30 m x 30 m) was located in a representative area of the forest with a relatively homogeneous topography. All fir seedlings (height < 1.3 m) were located within the plot. Their size (height, basal diameter) was measured, and their age was estimated counting the number of internodes. The plot was subdivided in 1 m x 1 m quadrats. Several independent (substrate –organic matter, needles, soil, rock–; cover of herbs, shrubs, and trees; basal area –fir and beech–; number of beech stems; light availability) and dependent (density of fir seedlings) variables were estimated for these quadrats. The influence of the microenvironment on fir regeneration was assessed in an area within the plot (5 m x 30 m) through the use of correlation analysis (Spearman r_s). The spatiotemporal (microenvironment, climate) regeneration niche has been established for the studied population.

K.W.: regeneration niche, climate, microenvironment, *Abies alba* Mill., Pyrenees.

INTRODUCCIÓN, MATERIAL Y MÉTODOS

La importancia que, dentro del proceso de decaimiento del abeto (*Abies alba* Mill.), conlleva la regeneración de esta especie y las medidas silvícolas que la favorezcan es básica. La posible falta de regeneración del abeto y la gran capacidad invasiva del haya (*Fagus sylvatica* L.) complican esta cuestión. Podemos estar asistiendo a un proceso paleoecológico de retirada del abeto y expansión del haya que comenzó hará unos 5000 años BP y que está controlado por factores climáticos y por actividades humanas como las talas (HUNTLEY & BIRKS, 1983). Los principales factores que condicionan la regeneración del abeto son, a priori, las condiciones microambientales, sobre todo la

intensidad lumínica en relación con el grado de cobertura arbórea, y el clima (DOBROWOLSKA, 1998). El presente trabajo investiga ambos aspectos con el objetivo de caracterizar el nicho de regeneración del abeto (GRUBB, 1977).

La parcela estudiada se situó en el hayedo-abetar de Gamueta (Lat. 42° 53' N, Long. 0° 47' W). El aspecto externo de este bosque es el de un abetar con hayas dispersas, sin embargo su interior está ocupado por una abundante regeneración de haya bajo un estrato superior de hayas y abetos adultos. Las herbáceas más abundantes son *Oxalis acetosella* y *Galium verum*. También aparecieron como árboles acompañantes *Sorbus aucuparia* y *Salix caprea*. La litología predominante son calizas detríticas y margas. Se eligió una zona de topografía uniforme y que fuera representativa del monte muestreado. Se situó una parcela cuadrada (30 m x 30 m) delimitada por dos ejes que, por convenio, se orientaron según un sistema de coordenadas cartesianas (x , y) considerando el eje x paralelo a las curvas de nivel y el eje y perpendicular a éste. El punto (0, 0) se situó en la esquina inferior izquierda mirando hacia arriba. El hayedo predomina en la mitad de la parcela delimitada por los puntos (0, 0) y (15, 30), mientras el abetar, donde la luz difusa destaca por su presencia, predomina en la otra mitad delimitada por las coordenadas (15, 0) y (30, 30). La pendiente media era de 23° y la orientación de 318-356° (NW-N). La altitud estaba en el rango 1400 (parte inferior de la parcela, $y = 0$) – 1450 m s.n.m. (parte superior de la parcela, $y = 30$). En la zona se detectaron restos evidentes de talas pasadas (trochas, restos de troncos y tocones, restos de ramas podadas o quemadas), de hecho la parcela está delimitada por sus límites superior e inferior por trochas para extraer madera y el límite E-SE ($x = 30$) está próximo a un arroyo. Se confirmó la existencia de talas y limpiezas que se realizaron hace unos 15 años en la parte más baja del monte. El muestreo se realizó a finales de septiembre del año 2000.

Se estimaron: la cobertura y tipo de sustrato (roca, grava, ramas, piñas de abeto, acículas de abeto, materia orgánica, madera, musgo, suelo desnudo); la cobertura herbáceas, arbusos y árboles (haya, abeto). Estas variables se midieron en unidades de muestreo menores (1 m x 1 m) en las que se subdividió la parcela ($n = 900$). Finalmente, se seleccionó una subparcela (5 m x 30 m) situada en la parte baja ($x < 5$; $y = 0-30$) de la parcela en la que se contaron el número de pies de haya y de plántulas de abeto para estudiar la relación entre la regeneración y el medio (ver Fig. 1. A.). Las plántulas de abeto se consideraron aquellos individuos de altura menor a 1,3 m y su edad se estimó contando el número de internodos.

El grado de apertura de la cobertura arbórea se estimó usando un densiómetro esférico cóncavo (LEMON, 1957). El densiómetro se sujetaba a 1,3 m de altura y a 0,3 m de distancia de la persona encargada de hacer la estima asegurando la horizontalidad del dispositivo. Los 24 cuadrantes en que se subdivide el espejo cóncavo del dispositivo ofrecen un reflejo de la bóveda arbórea lo que permite estimar su densidad y la disponibilidad de luz. Para estimar la apertura de la bóveda, se contaron aquellos cuadrantes en los que no existiera ningún reflejo de copas. Se tomaron 4 medidas por cada 1 m² en distintas orientaciones (NW, NE, SE, SW) y se calculó la media, la cual se multiplicó por una constante para corregir el valor estimado. La estimación de la densidad de la bóveda arbórea usando el densiómetro esférico es una medida fiable, sencilla y barata de la disponibilidad de luz en bosques como el estudiado (GANEY & BLOCK, 1994).

La caracterización del nicho de regeneración se realizó correlacionando mediante el índice no paramétrico de Spearman (r_s) las condiciones ambientales (sustrato, cobertura, luz, densidad de pies de haya) y la densidad de plántulas de abeto de la subparcela de 5 m x 30 m ($n = 150$ unidades de 1 m²). Los resultados no fueron corregidos en función de su autocorrelación espacial, aunque futuros estudios contemplarán este aspecto. La relación regeneración-clima se describió describiendo las condiciones climáticas (precipitaciones totales y temperaturas medias mensuales de Ansó, Lat. 42° 45' N, Long. 0° 49' W, alt. 820 m, periodo 1970-99) de los episodios de alta y baja regeneración (tomando datos brutos de regeneración y los residuos de un ajuste potencial). Los datos climáticos ausentes se estimaron promediando los 10 datos anuales previos y los 10 posteriores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayoría (50 %) de las plántulas localizadas ($n = 40$) aparecieron sobre sustratos dominados por hojarasca de haya (Fig. 1), seguidos en orden decreciente de sustratos compuestos por acículas (28 %), materia orgánica (11 %) o suelo (11 %). El tipo de sustrato más abundante según el número de veces que aparecía en las unidades de muestreo de 1 m^2 ($n = 900$) fue, en orden decreciente: hojarasca (95 %), ramas (92 %), musgo (88 %), suelo desnudo (86 %), acículas (74 %), madera en descomposición (61 %) y sustratos minoritarios (roca y grava, en un 2% de las unidades cada una; piñas de abeto, 1 %). La cobertura media (\pm desviación estándar) más elevada de sustrato correspondió a: hojarasca de haya (39 ± 33 %), seguida por acículas de abeto (29 ± 29 %), suelo (13 ± 14 %), madera (7 ± 14 %), musgo (7 ± 7 %), ramas (4 ± 5 %), grava ($0,1 \pm 0,7$ %), roca ($0,1 \pm 0,6$ %) y piñas ($0,03 \pm 0,4$ %). La disponibilidad de luz a 1,3 m fue en general baja ($4,8 \pm 4,0$), apareciendo promedios más altos en las orientaciones NE ($6,1 \pm 4,1$) y NW ($5,0 \pm 4,1$), y más bajos en la orientación SE ($4,8 \pm 3,3$) y sobre todo en la SW ($3,2 \pm 3,9$). La cobertura arbórea más importante correspondió al haya (83 ± 29 %) seguida por el abeto (62 ± 45 %).

Las coberturas de abeto y haya fueron complementarias (Fig. 2). La primera estaba claramente relacionada de forma positiva con la distribución de acículas de abeto ($r_s = 0,68$, $P < 0,001$, $n = 900$ en este y los casos posteriores; Fig. 3. B.) y la segunda con la presencia de hojarasca ($r_s = 0,53$, $P < 0,001$; Fig. 1. B.), respectivamente. La disponibilidad de luz a 1,3 m (Fig. 1. A.) no estaba relacionada de forma significativa con la cobertura de haya (Fig. 2. A.), aunque sí con la de abeto ($r_s = -0,23$, $P < 0,001$; Fig. 2. B.). Destaca también la distribución espacial de la madera en descomposición del abeto que parece señalar una diagonal entre los puntos ($x, y = 0, 15 - 20, 5$) y que podría corresponder a antiguos troncos de abetos caídos pendiente abajo y ahora en descomposición (Fig. 3. A.).

La densidad de plántulas para las unidades situadas dentro de la subparcela de $5 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ ($n = 150$) estaba relacionada de forma positiva con la abundancia de acículas de abeto ($r_s = 0,16$, $P = 0,05$) y la densidad de pies pequeños de haya ($r_s = 0,18$, $P = 0,02$), aunque no con la cobertura de haya. Las plántulas de abeto fueron abundantes ($4-6 \text{ m}^{-2}$) en torno a las subparcelas centradas (x, y) en las coordenadas (1,5; 1,5) y (24,5; 2,5). La primera zona se caracterizó por elevadas coberturas de haya y presencia de hojarasca y baja luminosidad, mientras que la segunda era excepcional ya que se trataba de un claro próximo a una trocha y a abetos adultos (20-25 m) y donde las acículas de abeto y el suelo desnudo eran los sustratos predominantes (Figs. 1, 2 y 3). Ambas zonas presentaban un rasgo común, sus valores intermedios de luminosidad. Algunas de las plántulas aparecieron ramoneadas por ungulados.

Respecto a la distribución de edades estimadas, predominaban las plántulas de abeto de 5-10 años (28 %), seguidas por aquellas de 1-2 (22 %) o 2-5 (22 %) años, 10-20 años (18 %) y, finalmente, las plántulas más viejas de 20-30 años (10 %). En general se observa en Ansó cierta tendencia a unas temperaturas más elevadas en los 90 respecto a la década de los 70. Durante los pasados 30 años, los periodos de mayor (1990-99) y menor regeneración (1980-89) correspondieron a septiembres húmedos y fríos o bien a agostos y septiembres cálidos y más secos, respectivamente.

CONCLUSIONES

Se ha descrito el nicho de regeneración del abeto en el hayedo-abetar estudiado. Se caracteriza: (i) en el espacio, por la existencia de niveles intermedios de luz difusa, ya sean generados por la abundancia de pies pequeños de haya o por la existencia de copas altas de abeto; y (ii) en el tiempo, por una adecuada disponibilidad de recursos hídricos a finales del verano (agosto-septiembre).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias al apoyo económico de COMENA (Zaragoza) y SIA, ambos pertenecientes a la D. G. A. Gracias por su ayuda a: J. L. Vázquez, C. Lastanao y N. Ibarra.

BIBLIOGRAFÍA

- DOBROWOLSKA, D.; (1998). *Structure of silver fir (Abies alba Mill.) natural regeneration in the "Jata" reserve in Poland*. Forest Ecology and Management 110: 237–247.
- GANEY, J. L. & BLOCK, W. M.; (1994). *A comparison of two techniques for measuring canopy closure*. Western Journal of Applied Forestry 9: 21–23.
- GRUBB, P. J.; (1977). *The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche*. Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society 52: 107–145.
- HUNTLEY, B. & BIRKS, H. J. B.; (1983). *An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0–13000 years ago*. Cambridge University Press. Cambridge. 667 p.
- LEMON, P. E.; (1957). *A new instrument for measuring forest overstory density*. Journal of Forestry 55: 667–668.

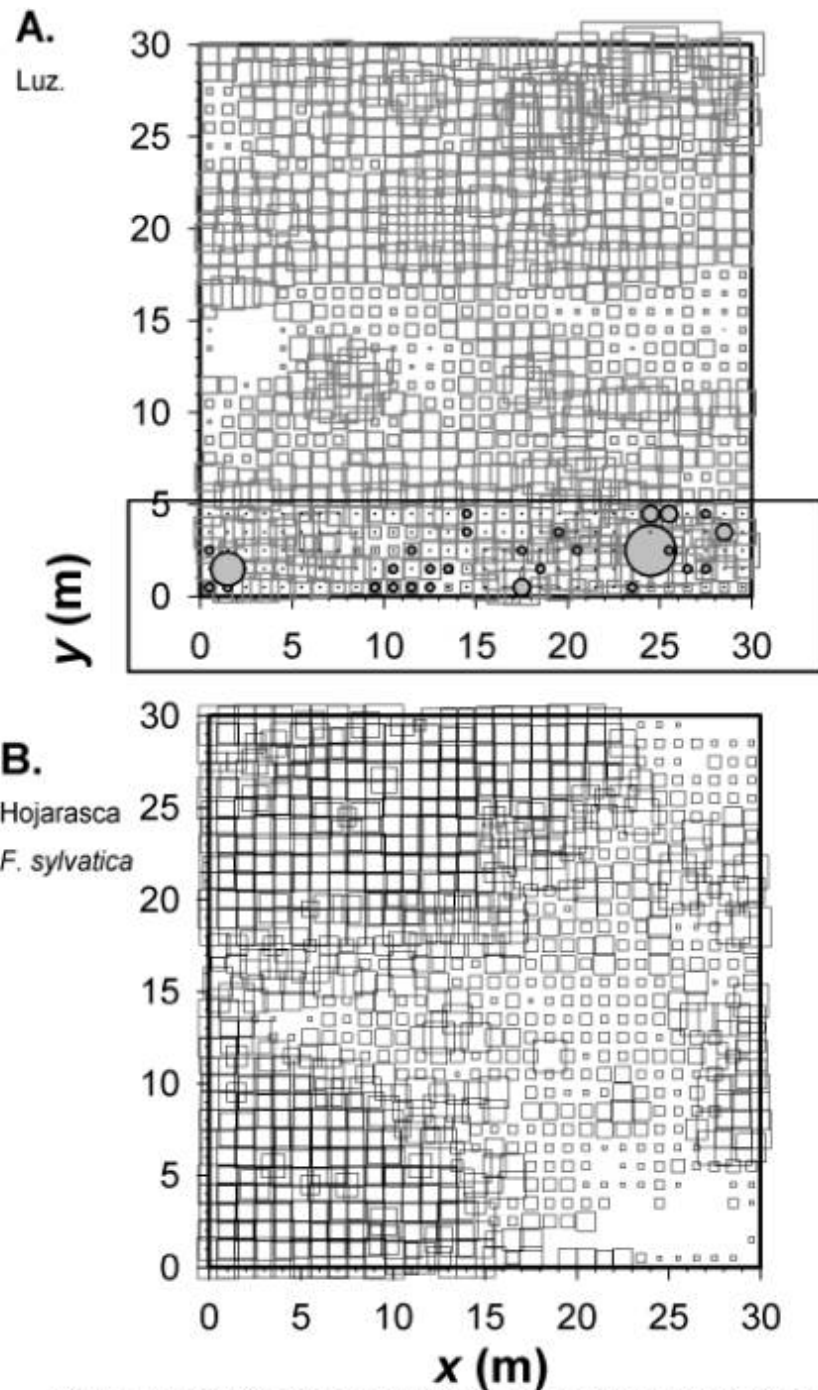


Figura 1. A. Disponibilidad de luz recibida a 1,3 m de altura en la parcela de 30 m x 30 m estudiada. Se señala la subparcela de estudio de las plántulas (5 m x 30 m), indicándose su densidad (círculos). B. Cobertura (%) del suelo por hojarasca de haya. En todos los casos, el tamaño de los símbolos es proporcional al valor de la variable correspondiente.

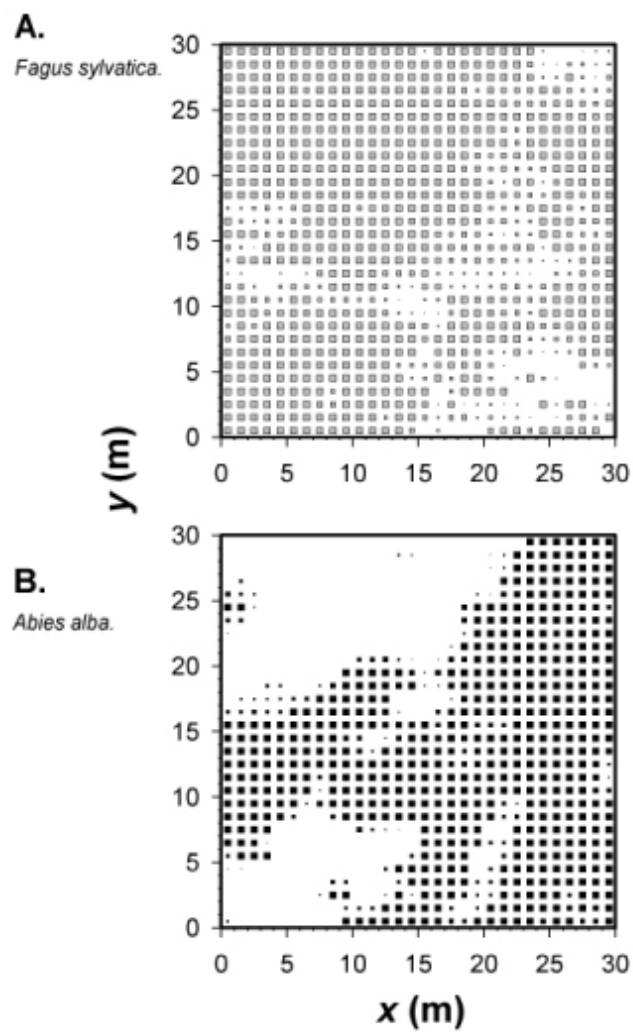


Figura 2. Cobertura de *Fagus sylvatica* (A) y *Abies alba* (B). Símbolos como en la Fig. 1. Los valores mostrados de la cobertura (%) han sido transformados haciendo $\log(\text{cobertura}+1)$.

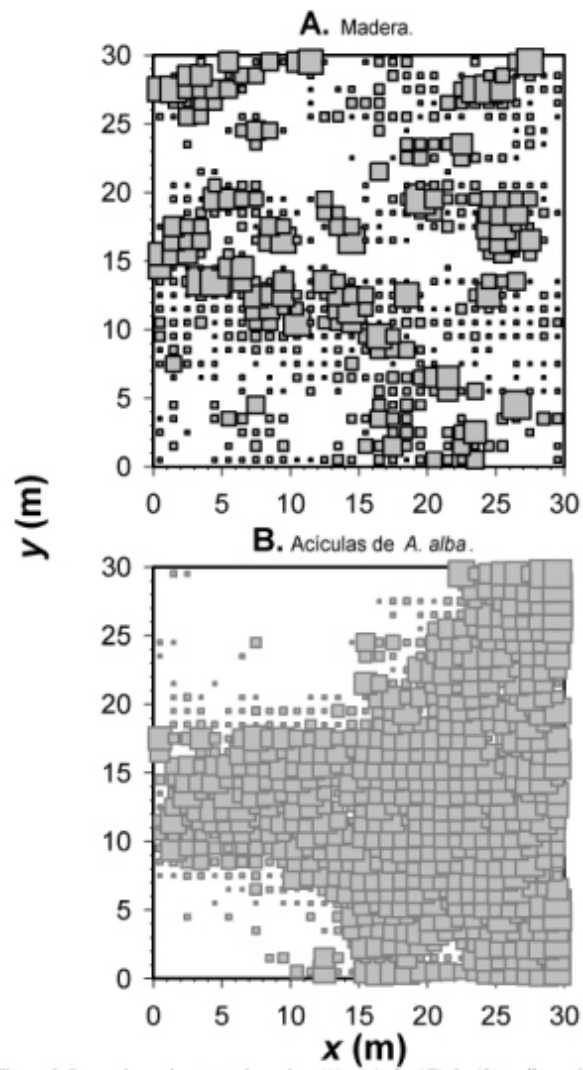


Figura 3. Presencia en el sustrato de madera (A) y acículas (B) de *Abies alba* en descomposición. Símbolos como en la Fig. 1. Los valores mostrados (%) han sido transformados mediante la fórmula $(\text{presencia})^{0.5}$.