

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA REGENERACIÓN DE LAS ESPECIES ARBÓREAS EN CATALUÑA.

VAYREDA, J.; IBAÑEZ, J.J. & GRACIA C.

CREAF. EDIFICI C (CIÈNCIES), UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA, 08193 BELLATERRA.

RESUMEN

A partir de la información aportada por el *Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya* se analiza la capacidad de regeneración de semilla de pino carrasco, pino laricio y pino albar, o de semilla y rebrote de encina y robles en un amplio rango de condiciones ambientales expresado mediante dos índices abióticos: un gradiente hídrico y un gradiente lumínico. Los resultados de dicho estudio establecen una gran capacidad de regeneración de *Quercus ilex* (>90%) y robles (>74%) bajo cualquier tipo de cubierta arbórea. Se confirma el carácter heliófilo de *Pinus halepensis* (de 36% a 38% bajo cubiertas de planifolios) y *Pinus sylvestris* (34% bajo encina) y la mayor tolerancia a la sombra de *Pinus nigra* (51% bajo encina).

P.C.: Índice hídrico, Índice lumínico, Tolerancia a la sombra, Patrón de regeneración.

SUMMARY

Using the information obtained from Catalanian Ecological and Forestry Inventory the seed regeneration capacity of *Pinus halepensis*, *Pinus nigra* and *Pinus sylvestris* or seed regeneration capacity or sprouting of *Quercus ilex* and oaks is analyzed in a wide range of environmental conditions. It is expressed through two abiotical indices: a water gradient and a light gradient. The results obtained from this study show a great regeneration capacity of *Q. ilex* (>90%) and oak (>74%) under any type of tree canopy. The heliophil character of *P. halepensis* (from 36% to 38% under holm oak or oaks) and *P. sylvestris* (34% under holm oak) is confirmed and also the greatest shade tolerance of *P. nigra* (51% under holm oak).

K.W.: Water index, Light index, Shade tolerance, Regeneration pattern.

INTRODUCCIÓN

La regeneración de las especies forestales se ve afectada por la luz y por el agua (BAKER 1949, JARVIS 1956, MINORE 1979). Las variaciones ambientales pueden afectar de forma diferente a la supervivencia y el crecimiento de las plántulas de las distintas especies (GRUBB 1977) de forma que, con los años, puede modificarse la composición específica del estrato arbóreo. El mayor o menor grado de recubrimiento por parte del estrato arbóreo y arbustivo da lugar a distintas situaciones de disponibilidad de luz para las plántulas. La presencia de plántulas de distintas especies dependerá en parte de su tolerancia a la sombra o de su capacidad para resistir largo tiempo bajo estas condiciones.

Así, plantas jóvenes de especies como la encina o los robles, ombrófilas, tienen mayor capacidad de supervivencia bajo condiciones de cubierta arbórea y arbustiva elevadas (LORIMER 1989, CROW 1988, BRAN *et al.* 1990, WARD 1992). Por contra, especies heliófilas como el pino carrasco o el pino albar presentan mayores dificultades para sobrevivir y crecer bajo condiciones de recubrimiento arbóreo elevado (PAPIÓ 1987, OLIVER 1992). Por otra parte, la disponibilidad de agua sobretodo en un clima mediterráneo con veranos secos y en condiciones más o menos extremas puede llegar a ser limitante hasta el punto de impedir la regeneración o la posterior supervivencia de las plántulas (KOLB *et al.* 1990).

Los datos de campo analizados en este trabajo proceden del *Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya* (IEFC). Se dispone de información acerca de la regeneración de más de 2000 estaciones de muestreo. Esta base de datos extensiva, además, tiene información para cada punto de muestreo de la estructura del estrato arbóreo - global y por especies - en un amplio rango de situaciones geográficas en Cataluña. A partir de esta base, se pueden establecer dos ejes de variación: un gradiente hídrico (a partir de la información aportada por la situación geográfica de cada estación) y de disponibilidad de luz para el sotobosque (en función del grado de desarrollo del estrato arbóreo).

El objetivo de este trabajo es establecer, en primer lugar, los patrones de distribución de las masas forestales en las que aparecen las especies: *Quercus ilex*, *Quercus caducifolia* (robles), *Pinus halepensis*, *Pinus nigra* y *Pinus sylvestris* en función de los dos gradientes mencionados (hídrico = situación topográfica y luz = estructura de la cubierta arbórea). En segundo lugar, y como objetivo principal, una vez establecido los patrones de distribución de las especies, determinar la capacidad de regeneración de cada una de las especies mencionadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El IEFC realiza un muestreo aleatorio a razón de una estación por cada km² de superficie arbolada. Para más información sobre el muestreo de campo y el cálculo de resultados se puede consultar el volumen de métodos publicado por la *Generalitat de Catalunya* (GRACIA y cols. 1992). En estos momentos se dispone de información analizada de, aproximadamente, 7500 estaciones. Aproximadamente, una quinta parte -unas 1500- recogen datos de regeneración de las especies arbóreas. Para ello se cuenta, en una superficie conocida, el número de plántulas nacidas de semilla o de rebrote cuyo diámetro en la base es inferior a 2.5 cm.

- Clasificación de las estaciones según un gradiente de disponibilidad hídrica: Cada estación del IEFC se caracteriza con un índice que es el sumatorio de los índices parciales de las variables descritas en la tabla nº 1. El índice global pretende resumir, en función de la situación geográfica de la parcela, un gradiente de disponibilidad hídrica.

- Clasificación de las estaciones según un gradiente de disponibilidad de luz: Cada estación del IEFC se caracteriza con un índice sumatorio de los índices parciales de las variables descritas en la tabla nº 2. El índice global pretende resumir la cantidad de luz que llega a nivel de suelo y la contribución a esa disminución de cada especie presente en el estrato arbóreo.

En definitiva, para cada estación y especie presente se obtienen tres índices: el Índice Hídrico (en la práctica varía entre 5 y 25 y es propio de la estación de muestreo e independiente de las especies presentes), el Índice Lumínico (varía entre 0 y 20 y es propio

de cada especie) y el Índice De Regeneración (0, ausencia; 1, presencia en la estación de plántulas de la especie considerada). Esta información queda registrada en una matriz general de datos a partir de la que se obtiene la matriz o Patrón de Distribución del Estrato Arbóreo para cada especie donde el valor en cada celda de la matriz es el número de estaciones que cumplen la doble condición (figura 1a). A continuación, se obtiene la matriz normalizada (la suma de todos los valores de la matriz vale uno) con respecto al número total de estaciones con presencia de la especie en el estrato arbóreo. De la misma manera se puede obtener el Patrón de Distribución de Regeneración para la especie donde cada celda contiene el número total de estaciones donde hay regeneración de la especie considerada (figura 1b). Como en el caso anterior, la matriz se normaliza con respecto al número total de estaciones con presencia de la especie en el estrato arbóreo. A continuación, para facilitar las comparaciones se obtiene el Patrón de Regeneración Relativo para cada una de las especies, haciendo la relación entre los valores de cada una de las celdas de la matriz de regeneración con las celdas correspondientes de la matriz del estrato arbóreo. El valor de cada celda de la matriz es el porcentaje de estaciones donde regenera la especie con respecto al número total de estaciones con presencia de la especie en el estrato arbóreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto a los patrones de distribución de cada especie en el vuelo, como muestra la figura 2 (arriba), según el índice hídrico, *Pinus halepensis* es la que vive en condiciones con menor disponibilidad hídrica seguida, a cierta distancia, por *Pinus nigra* y *Quercus ilex*, con curvas de distribución muy parecidas. Ligeramente desplazadas a la derecha están los robles y finalmente *Pinus sylvestris* que aparece en zonas con mayor disponibilidad de agua. El índice de disponibilidad de luz (léase estructura del estrato arbóreo) prácticamente no distingue las especies entre sí. Si acaso, *Pinus sylvestris* y *Quercus ilex*, presentan una estructura arbórea más desarrollada y por consiguiente menor disponibilidad de luz para las plantas del sotobosque.

Según muestra la figura 3, en líneas generales, la probabilidad de encontrar brinzales de coníferas bajo una cubierta donde también hay presencia de planifolios es claramente inferior (66.7% en el mejor de los casos) a la regeneración de los planifolios estudiados bajo cubiertas mixtas con pinos (78.2% en el peor de los casos). Concretamente, en más del 90% de las estaciones hay regeneración de *Quercus ilex* ya sea bajo una cubierta de su misma especie ya sea bajo cubiertas mixtas con las otras especies estudiadas. Para los robles la presencia de plántulas de su especie oscila entre el 74% de las ocasiones bajo cubiertas mixtas de roble i encina, hasta el 88% de las masas mixtas de robles con *Pinus nigra* o *Pinus sylvestris*. La presencia de brinzales de *Pinus halepensis* es menor, bajo cubiertas mixtas con encina o robles (36.1% y 38.5 respectivamente), a la regeneración bajo su misma especie o combinada con *Pinus nigra* (59.2 y 60.4% respectivamente). La escasa presencia de brinzales de pino carrasco en masas mixtas con *Pinus sylvestris* (37.9%) i viceversa (37.9%) estarían más bien relacionadas con las dificultades que tendrían ambas especies de vivir en zonas donde el clima ya no les es propicio. Una excepción, entre las coníferas estudiadas, la constituye el pino laricio puesto que presenta porcentajes de regeneración similares independientemente de la clase de cubierta arbórea bajo la que esté (el porcentaje menor, 51.6%, bajo encina), manifestándose como la conífera estudiada más tolerante a la sombra.

Al relacionar la regeneración en función de la disponibilidad de luz y agua, se observa una tendencia a la disminución del porcentaje de regeneración de los pinos cuando menor es la disponibilidad de luz bajo los robles (figura 3: 3.b, 4.b y 5b) especialmente para pino carrasco (figura 3.a) y más acusada cuando mayor es el recubrimiento arbóreo de encina (figura 3: 3.a, 4.a y 5a). Estos resultados coinciden con la conocida dificultad de supervivencia de pino carrasco bajo iluminaciones reducidas (PAPIÓ 1987, ESPELTA 1993). La presencia de plántulas de encina y roble bajo cualquier clase de cubierta (figura 3: 1a, 1b, 1c, 1d, 1e y 2.a 2.b, 2.c, 2.d, 2.e) sugiere que la regeneración (de semilla o rebrote) es independiente de la radiación solar recibida y del porcentaje de presencia de la especie en el suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- BAKER, F.S. (1949). Revised tolerance table. *J. For.* 47: 179-181.
- BRAN, D. LOBREAUX, O; MAISTRE, M.; PERRET, P. & ROMANE, F. (1990). Germination of *Quercus ilex* and *Q. pubescens* in *Q. ilex* coppice. Long-term consequences. *Vegetatio* 87: 45-50.
- CROW, T.R. (1988). Reproductive mode and mechanisms for self-replacement of Northern red oak (*Quercus rubra*)- A review. *For. Sci.* 34: 19-40.
- ESPELTA, J. M.; RETANA, C.; GENÉ & RIBA, M. (1993). *Supervivencia de plántulas de pino carrasco y encina en bosques mixtos de ambas especies*. I Congreso Forestal Español. Tomo II: 393-398.
- GRACIA, C. y cols. (1992). *Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya*. Mètodes. Generalitat de Catalunya. Barcelona. 104 pp.
- GRUBB, P.J. (1977). The maintenance of species richness in plant communities : the importance of the regeneration niche. *Biol. Rev.* 52: 107-145.
- JARVIS, J.M. (1956). An ecological approach to tolerant hard-wood silviculture. *Can. Dep. North. Aff. Nat Res., For. Res. Div. Tech. Note* n° 43.
- KOLB, T.E.; STEINER, K.C.; McCORMICK, L.H. & BOWERSOX, T.W. (1990). Growth response of northern red-oak and yellow-poblar seedlings to light, soil moisture and nutrient in relation to ecological strategy. *For. Ecol. Manage.* 38: 65-78.
- LORIMER, C.G. (1989). The oak regeneration problem: new evidence on causes and possible solutions. *Univ. Wis. For. Res. Analyses* n° 8. Madison, WI, USA, 31 pp.
- MINORE, D. (1979). Comparative autoecological characteristics of northwestern tree species - a literature review. *USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep.* PNW-87, 72 pp.
- OLIVER, W.W. & DOLPH, K.L. (1992). Mixed-conifer seedling growth varies in response to overstory release. *For. Ecol. Manage.*, 48:179-183.
- PAPIÓ, C. (1987). Regeneració del pi blanc després d'un incendi. In: J. Terradas (de.) *Ecosistemes terrestres. La resposta als incendis i a d'altres perturbacions*. Quaderns d'Ecologia Aplicada. 10 : 83-91. Diputació de Barcelona. Barcelona.
- WARD, J.S. (1992). Response of woody regeneration to thinning mature upland oak stand in Connecticut, USA. *For. Ecol. Manage.*, 49: 219-231.

Variable	Rango de variación	Intervalos de clase	Equivalencias	Descripción/observaciones
Altitud (m)	0 a 9	cada 250 m	0 → 0 - 249m ... 9 → ≥ 2250m	A mayor altura, mayor es la precipitación
Orientación (° sexagesimales)	0 a 4	cada 45°	0 → S 1 → SE y SW 2 → E y W 3 → NE y NW 4 → N	La orientación norte recibe menos radiación que la orientación sur. Las orientaciones este oeste se consideran equivalentes.
Pendiente (° sexagesimales)	0 a 4	cada 10°	0 → ≥ 30° 1 → 20 - 29° 2 → 10 - 19° 3 → 0 - 9°	Se relacionan pendientes elevadas con un suelo más delgado y viceversa.
Posición de la pendiente	0 a 6	-	0 → Loma o pico 1 → Parte sup. de la ladera 2 → Media ladera 3 → Parte inf. de la ladera 4 → Terreno llano 5 → Depresión local 6 → Fondo de valle	Los fondos de valle reciben agua de las partes superiores y suelen presentar grosores de suelo muy superiores a los de las zonas culminales.
Factor de Visión del Horizonte (FVH)	0 a 9	cada 0.1	0 → 0.9 - 1 1 → 0.8 - 0.89 ... 9 → 0 - 0.09	El FVH, en tanto por uno, es la fracción del hemisferio celeste no interceptada por el horizonte.
Continentalidad	0 a 2	-	0 → Continental 1 → Semicontinental 2 → Marítimo	Distancia al mar, la precipitación disminuye a medida que nos alejamos de la costa.
Latitud, distancia al ecuador	0 a 3	cada 100 km	0 → 4400 km ... 3 → 4700 km	La precipitación aumenta hacia el norte.

Tabla n° 1.

Variable	Rango de variación	Intervalos de clase	Equivalencias	Descripción/observaciones
Área basimétrica total (m ² /ha)	0 a 11	cada 5 m ² /ha	0 → 0 m ² /ha 1 → >0 - 5 m ² /ha 2 → >5 - 10 m ² /ha ... 11 → >50 m ² /ha	Si hay más de una especie el área basimétrica total será la suma de las áreas de cada una de las especies presentes en el estrato arbóreo.
Fracción de cubida cubierta (%)	0 a 9	cada 5, 10 o 20%	0 → 0% 1 → >0 - 5% 2 → >5 - 10% 3 → >10 - 20% 4 → >20 - 40% ... 8 → >100 - 120% 9 → >120%	Es el porcentaje del área ocupada por las copas de cada una de la especies. Cuando mayor sea este índice mayor será su grado de ocupación y/o de dominancia en el estrato arbóreo.

Tabla n° 2.

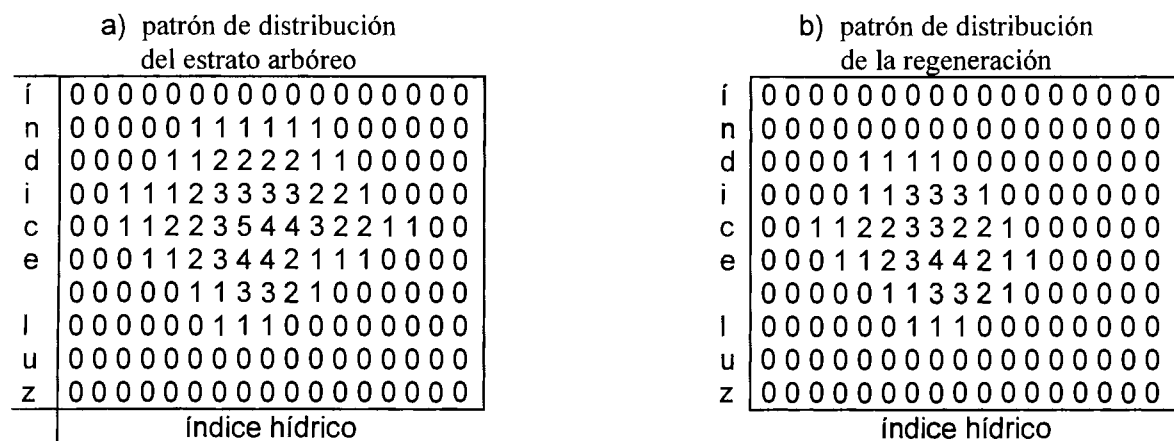


Figura 1. Ejemplo ficticio de un patrón de distribución del estrato arbóreo (a) y de un patrón de distribución de la regeneración (b).

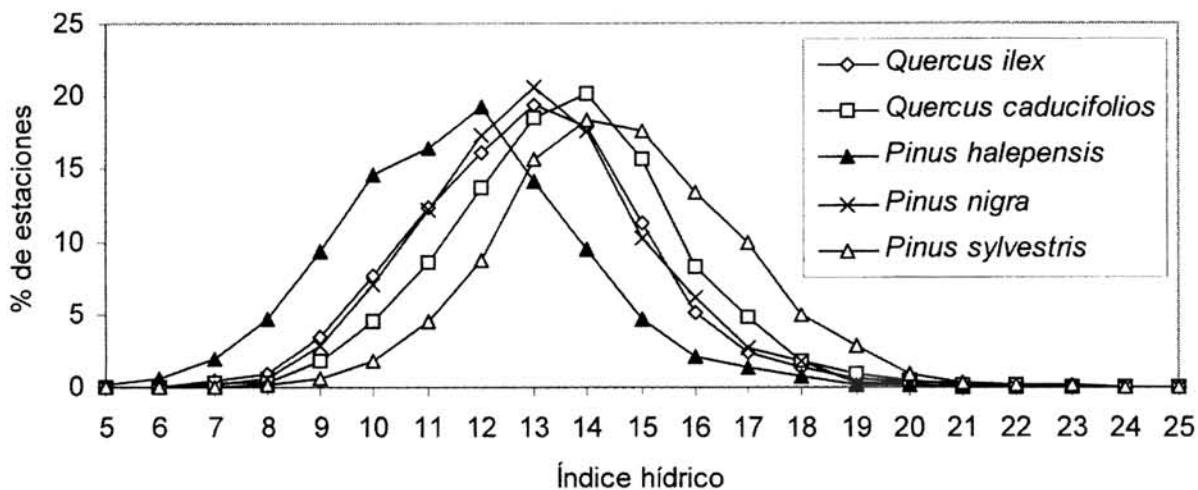


Figura 2. Distribución del porcentaje de estaciones para cada una de las especies en función del índice hídrico. El índice hídrico establece un gradiente creciente de humedad proporcional al valor de dicho índice.

Regeneración de:

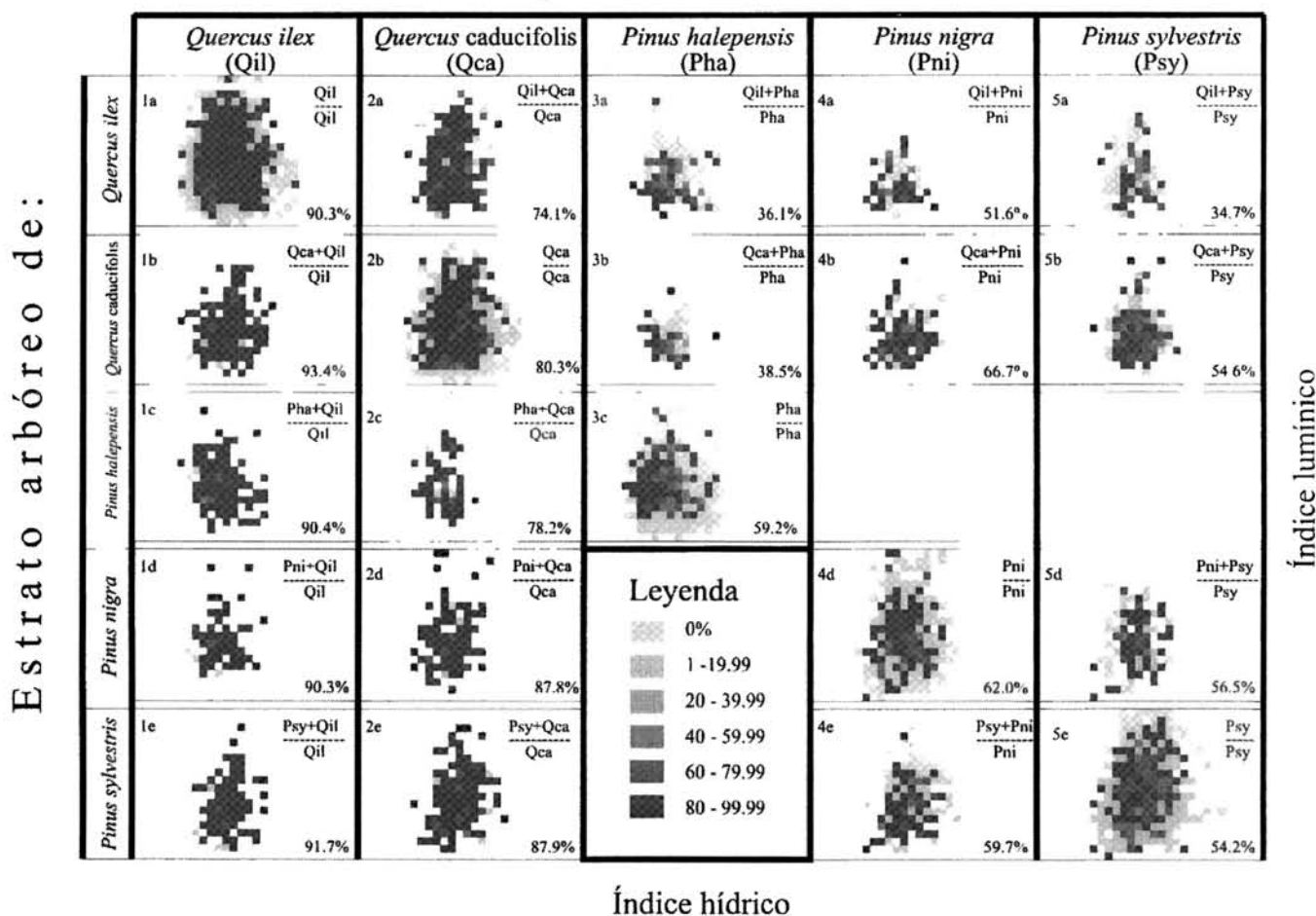


Figura 3: Regeneración de las especies estudiadas bajo distintos tipos de cubiertas arbóreas y en función de los dos gradientes: índice hídrico (en el eje de abcisas) y el índice lumínico (eje de ordenadas). En el extremo inferior derecho de cada figura se da el valor global de regeneración.