



## 6º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

---

**6CFE01-061**

---

Montes: Servicios y desarrollo rural  
10-14 junio 2013  
Vitoria-Gasteiz



---

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales  
Vitoria-Gasteiz, 10-14 junio de 2013  
ISBN: 978-84-937964-9-5  
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## Dinámica de la regeneración y análisis de la competencia en un antiguo hayedo adhesado

GONZÁLEZ GORDALIZA, G.<sup>1</sup>, PEREA GARCÍA-CALVO, R.<sup>1</sup>, ALONSO NAGER, J.<sup>1</sup> y GIL SÁNCHEZ, L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Silvopascicultura. ETSI. Montes. Universidad Politécnica de Madrid.

### Resumen

Este trabajo pretende reconstruir la dinámica de la regeneración de un antiguo hayedo (Montejo, Madrid) que fue adhesado para su aprovechamiento ganadero y de leñas (trasmochos) durante siglos y compararlo con la dinámica actual de su regeneración tras el acotado al pastoreo en la década de 1960. Para ello, se han muestreado de forma intensiva tres parcelas de 15 m de radio que representan los tres microhábitats actuales más característicos en este tipo de hayedo: hayas vigorosas fruto del adhesamiento (>200 años de edad), hayas similares a las anteriores pero en estado decrepito y zonas de claro donde antes sólo existía pasto. En cada parcela se ha georreferenciado y estimado la edad de todos los pies así como medido sus variables dendrométricas. Asimismo, se aborda el estudio espacial del establecimiento y la competencia entre los nuevos pies con el fin de entender mejor la regeneración natural. Los resultados parecen indicar estructuras de masa similares bajo hayas decrepitas y vigorosas (3735 y 3961 pies/ha; área basimétrica (AB) de 13,0 y 14,5 m<sup>2</sup>/ha, respectivamente) que compiten fuertemente con el haya ancestral y un regenerado menor (~2900 pies/ha) pero de mayor AB (35,5 m<sup>2</sup>/ha) para la zona de claro. La altura total fue la variable dendrométrica que mejor se correlacionó con la edad. La parcela de claro mostró una competencia promedio mucho menor que ambas parcelas con hayas centenarias como consecuencia de la escasa representación de regenerado de pequeñas dimensiones (menor de 7,5 cm de diámetro normal) en esta parcela de claro.

### Palabras clave

Competencia, decrepitud, establecimiento, cambio de uso, microhábitat.

### 1. Introducción

El aprovechamiento forestal de los montes ha experimentado un gran cambio desde mitad del siglo pasado hasta hoy. En general, se ha producido un abandono del aprovechamiento ganadero y maderero de los mismos dando lugar a un aumento de la regeneración natural como consecuencia del cese de la actividad productiva en los mismos. Las formaciones en las cuales el haya es la especie dominante no han quedado exentas de estos cambios socioeconómicos. De entre las diversas actuaciones humanas, algunos hayedos fueron dotados de una estructura adhesada para permitir el desarrollo de grandes árboles que produjeran una abundante cantidad de fruto y leña y, a su vez, permitieran el desarrollo de una amplia cobertura herbácea que sería aprovechada por el ganado (MUÑOZ y SCHWENDTNER, 2005; ROZAS, 2004). Este sistema permitía cubrir las necesidades básicas de la población local. Así, esta estructura adhesada fue conservada y potenciada en la medida en que el sector primario siguiese siendo la principal fuente de ocupación en este

medio rural (MUÑOZ y SCHWENDTNER, 2005). Una vez estos usos cesaron, el proceso de regeneración natural pudo culminarse con el establecimiento cada vez más abundante de las plántulas antes amenazadas, sobre todo, por la carga ganadera. En la actualidad, el denso regenerado tiende a hacer desaparecer la estructura, función y estabilidad anterior, mientras que socialmente estos lugares han pasado a ser percibidos como espacios naturales destinados a la actividad cinegética, recreativa, micológica, de educación o de conservación de la diversidad biológica, entre otras funciones. En el caso particular del Hayedo de Montejo (Madrid), a partir de 1961 se prohibieron los aprovechamientos ganaderos y de leña y, a día de hoy, presenta un bosque cerrado de alta espesura. Sin embargo, en este ambiente se pueden encontrar diferentes microhábitats como consecuencia de la presencia o no de arbolado (grandes hayas adhesionadas frente a zonas de pasto expuestas). Así, existirá un regenerado masivo que procede de zonas sin cobertura previa de hayas (sólo pasto), y un regenerado que se desarrolla bajo grandes hayas aún vigorosas (procedentes de la antigua dehesa) o bajo grandes hayas en estado de decrepitud, fruto del decaimiento de estos longevos individuos de más de 200-300 años de edad (GIL et al., 2010).

Por otra parte, las características morfológicas y fenológicas del haya le hace ser una especie de gran potencial competitivo, como muestra su elevada capacidad para sobrevivir durante años como un árbol dominado, pudiendo desarrollarse con poca o media intensidad de luz. Sin embargo, esta fuerza competitiva disminuye con la edad (MEYER, 2006) y la presencia de una fuerte competencia puede llegar a provocar la pérdida de vigor del haya de mayor edad, llegando incluso a causarle la muerte. Numerosos autores han analizado el efecto de los árboles competidores en el crecimiento en sección (ÁLVAREZ et al., 2004) y área basimétrica (CORRAL et al., 2005) de los árboles individuales, así como las respuestas que provoca la disponibilidad de luz (MUTH & BAZZAZ, 2003) o las variables climáticas (CESCATTI & PIUTTI, 1998). Incluso se ha estudiado como la competencia influye en la posición del dosel de los árboles vecinos (MUTH & BAZZAZ, 2002) y en la inclinación del tronco (LANG et al., 2010). Como conclusión general, ROZAS (2001) afirma que la competencia afecta al establecimiento, crecimiento y mortalidad de los individuos que componen una comunidad. Sin embargo, a pesar de estos estudios, el caso de competencia sobre hayas de elevada longevidad aún no se ha acometido profusamente. De forma análoga ocurre con el estudio de la dinámica de regeneración en los hayedos pues, si bien ha sido ampliamente estudiada (BARNA, 2011; MEYER, 2006) aún no se dispone de un profundo conocimiento sobre los patrones espacio-temporales de incorporación del regenerado en el caso particular de antiguos hayedos adhesionados (sistemas fuertemente modificados y de escasa representación en la Península).

## 2. Objetivos

Como objetivo principal, este trabajo pretende llevar a cabo un primer acercamiento sobre la dinámica de la regeneración en el caso de un antiguo hayedo adhesionado (Montejo, Madrid) desde el momento en que fue abandonado el aprovechamiento ganadero (1961) hasta la actualidad. De forma secundaria, y como consecuencia de la fuerte incorporación de nuevos pies tras el acotado, se explorará, de manera preliminar, la relación existente entre las diferentes variables dendrométricas (altura total, diámetro normal, diámetro basal y edad) y la relación de dichas variables con la competencia que presenta cada pie dentro del rodal en regeneración natural.

### 3. Metodología

#### *Área de estudio*

El Hayedo de Montejo, también llamado El Chaparral, es un espacio natural protegido dentro de la Reserva de la Biosfera de la Sierra del Rincón, al Norte de la Comunidad de Madrid (41°6'N; 3°30'W). Presenta una superficie de 125 ha y se sitúa en la vertiente sur del tramo oriental del Sistema Central (Somosierra-Ayllón), en la cabecera del río Jarama. La pendiente es elevada, con valores que alcanzan el 59% en algunas zonas. La precipitación anual está en torno a los 1.100 mm, con un periodo de sequía estival de casi 2 meses (carácter submediterráneo). La temperatura media anual ronda los 9° C con un periodo de heladas de octubre a mayo (GIL et al., 2010). En base de los estudios realizados mediante muestreo en el Hayedo de Montejo, los suelos son de reacción moderadamente ácida y con una riqueza de bases aceptable siendo los cambisoles, presentes bajo cubierta forestal, los más abundantes; los rankers, característicos de los brezales y otros matorrales de talla alta y los litosuelos, sobre los que se asientan pastos estacionales o matorrales bajos de labiadas (GIL et al., 2010). La cubierta arbórea está compuesta principalmente por hayas (*Fagus sylvatica*), robles albares (*Quercus petraea*) y robles melojos o rebollos (*Quercus pyrenaica*), con numerosos ejemplares centenarios y varias especies arbóreas acompañantes, como el acebo (*Ilex aquifolium*), el cerezo (*Prunus avium*) y el serbal (*Sorbus aucuparia*), que le confieren elevada diversidad.

#### *Diseño experimental*

Se establecieron tres parcelas circulares correspondientes a los tres microhábitats más representativos de El Chaparral: dos de las parcelas se diseñaron en torno a dos 2 antiguas hayas centenarias, clasificadas como decrepita y vigorosa (parcelas DEC y VIG, respectivamente) y la tercera se estableció en una zona de claro donde sólo existió cobertura herbácea hasta la década de 1960 (parcela CLA). El criterio de selección de las hayas centenarias fue mediante observación directa (selección dirigida no aleatoria) de entre las 760 hayas centenarias catalogadas en El Chaparral (GIL et al., 2010) en función del aspecto general del árbol: diámetro normal, altura y superficie de copa, vitalidad del follaje vivo, proporción de ramas secas, presencia de enfermedades, plagas, puntisecado, corteza desprendida, oquedades, pudriciones, hongos y exudados. Asimismo el criterio utilizado para la selección de la parcela CLA fue la existencia de un claro en la antigua dehesa (ausencia de árboles centenarios) con una superficie mayor o igual a 0,5 ha. El radio de las parcelas se fijó en 15 metros para que se incluyera de manera íntegra la proyección de la superficie de copa y al menos 5 m más allá del borde de copa con el fin de estudiar el posible efecto borde. Con una estación total modelo Topcon GTS se georreferenciaron todos los pies presentes de las tres parcelas y a su vez se midieron también el diámetro normal, el diámetro basal, la altura total y la altura del inicio y final de copa de cada pie. Después se procedió a la apeo de todos los pies en las parcelas DEC y VIC y al 20% de cada clase diamétrica para la parcela CLA. Se establecieron diferentes categorías de regenerado atendiendo a las distintas clases diamétricas formadas según el criterio: clases diamétricas de 5 cm de amplitud a partir de un diámetro normal de 2,5 cm, y clase “no asignados” que agrupa a regenerado con altura normal menor de 1,30 m o pies con diámetro normal menor de 2,5 cm. Posteriormente se continuó en el laboratorio con el análisis epidométrico de las trozas basales de las muestras. Se contabilizaron los anillos para estimar, así, la edad aproximada de cada pie. Igualmente, se midió la amplitud de cada uno de los anillos de la troza para obtener una estimación del



Tabla 1. Caracterización dasométrica del regenerado correspondiente a las tres parcelas de estudio. N=Densidad; AB=área basimétrica y "No asignados"= pies con altura normal menor de 1,30 m o con diámetro normal menor de 2,5 cm

Clase Diamétrica (cm)	DECRÉPITA		VIGOROSA		CLARO	
	N (pies/ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	N (pies/ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	N (pies/ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)
No asignados	382,0	0,0	466,9	0,0	70,7	0,0
5 (2,5-7,5)	2291,8	1,4	2164,5	1,1	990,3	1,2
10 (7,5-12,5)	792,2	3,4	509,3	2,2	608,3	2,4
15 (12,5-17,5)	367,8	4,2	367,8	4,3	424,4	5,2
20 (17,5-22,5)	84,9	1,9	212,2	4,8	509,3	12,1
25 (22,5-27,5)	14,1	0,6	14,1	0,6	226,4	9,7
30 (27,5-32,5)	14,1	0,8	0,0	0,0	28,3	1,5
>30 (>32,5)	14,1	2,2	0,0	0,0	42,4	3,4
<b>TOTAL</b>	<b>3961,2</b>	<b>14,5</b>	<b>3734,8</b>	<b>13,0</b>	<b>2900,2</b>	<b>35,5</b>

La variable dendrométrica que mejor se relacionó con la edad fue la altura total con coeficientes de determinación superiores a 0,68 (Fig. 2), mientras que las relaciones diámetro normal-edad mostraron coeficientes inferiores a 0,45. Para una misma edad de regenerado, los pies que se desarrollan fuera de la copa parecen mostrar, a falta de un análisis más exhaustivo, un mayor diámetro y una mayor altura total que aquellos pies del regenerado que crecen bajo la influencia directa de la copa (Fig. 2).

La competencia que sufre cada individuo del regenerado se correlacionó razonablemente bien con su diámetro normal (Fig. 3), mejor que con otras variables como la altura total o la edad del pie en cuestión ( $R^2 < 0,39$ ). Una relación de tipo potencial inversa fue la que mejor se ajustó a la nube de puntos, obteniéndose mayores índices de competencia para diámetros menores (Fig. 3). Este mismo patrón fue común para las tres parcelas de estudio si bien la parcela CLA alcanzó un índice de Hegyi promedio y una desviación estándar de  $8,26 \pm 13,55$  con coeficiente de variación (CV) de 1,64, mientras que la parcela DEC obtuvo un valor promedio prácticamente doble ( $15,55 \pm 32,45$ ; CV=2,09), y éste sólo un 17% mayor que el valor promedio de la parcela VIG ( $13,28 \pm 22,96$ ; CV=1,73)

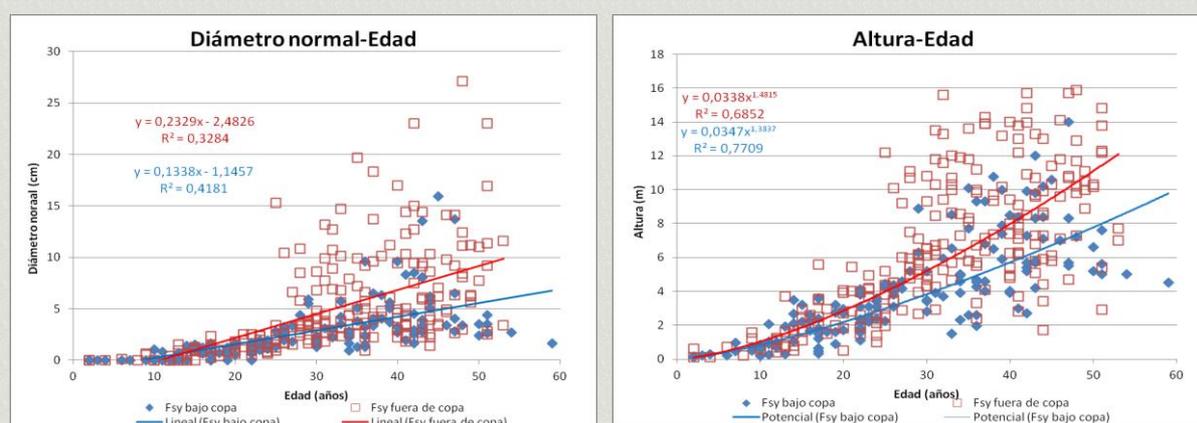


Figura 2. Relación entre la altura del pie del regenerado y la edad del mismo para los pies fuera de la copa (línea roja) y bajo la influencia directa de la copa (línea azul) Fsy=Regenerado de *Fagus sylvatica*

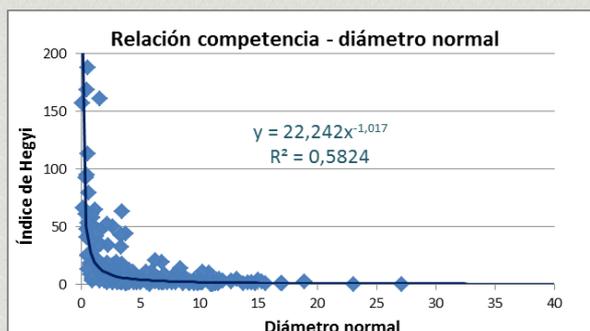


Figura 3. Relación entre el Índice de Competencia (IC) y el diámetro normal para los diferentes pies del regenerado que se encuentran bajo la influencia de un haya ancestral decrepita. El IC seleccionado es el Índice de Hegy

## 5. Discusión

La incorporación del regenerado a lo largo de los años muestra cómo éste comenzó a establecerse a cierta distancia fuera de la copa (Fig. 1). Con el paso del tiempo fue aproximándose al tronco del árbol centenario como consecuencia de que las hayas pueden establecerse bajo condiciones de poca luz (BALANDIER et al., 2006). En el caso de la parcela del haya decrepita, el regenerado se ha introducido debajo de la misma copa, llegando a establecerse a escasos metros del tronco del haya centenaria. Esto es debido a que con el paso de los años, el haya centenaria pierde su fuerza y capacidad de competir contra el regenerado y éste empieza a establecerse en sus proximidades (MEYER, 2006).

Estos resultados, aunque preliminares, ponen de manifiesto la diferente estructura y evolución del regenerado entre las zonas correspondientes a antiguos claros del hayedo adehesado y aquellas zonas bajo la copa de las grandes hayas centenarias. En general, existe abundante regenerado en cualquier clase de edad (desde 1 año de edad hasta cerca de 60), lo que refleja que estas formaciones incorporan nuevos individuos todos los años a pesar de las diferencias inter-anales existentes en la producción de semilla (GIL et al., 2010). Además, el regenerado de borde de copa se desarrolló con mayores crecimientos, tanto diametrales como en altura, debido a la mayor disponibilidad de recursos fuera de la copa (luz, agua, etc.) y, por tanto, menor competencia con el árbol centenario. Esta diferencia en el desarrollo del regenerado se acrecienta con el paso de los años y, así, para individuos de 50 años de edad puede existir una variación en altura de aproximadamente 4 m entre los individuos en el borde de copa con aquellos que crecen bajo la copa (Fig. 2). Por tanto, el regenerado observado de menor altura y diámetro puede presentar una edad mucho mayor de la que a priori cabría esperar para dichas dimensiones, ya que el haya ha demostrado ser capaz de ralentizar su crecimiento durante años en espera a una situación de menor competencia. Por ello, es el diámetro y no la edad del individuo o la altura (más sensible a variaciones ambientales) la variable que mejor se correlaciona con el índice de competencia (Fig. 3). Esto parece razonable ya que el diámetro se utiliza en el cálculo del índice de competencia. La incorporación de una nueva variable, el diámetro basal (diámetro del árbol a 10 cm del suelo), podría reflejar mejor el escaso crecimiento en altura de muchos pies, incorporando, así, todos los individuos que no alcanzan la altura normal de 1,30 m. Relaciones altura total/diámetro basal podría ser un buen índice para reflejar la esbeltez (diferente crecimiento) de los pies. Los resultados muestran también que en las primeras clases diamétricas el índice de competencia puede variar fuertemente, en función de su posición bajo el dosel (más o menos

abierto) pero se observa que, según crecen en diámetro los individuos del regenerado, la competencia parece alcanzar una situación más o menos estable, con valores de índice de Hegyi inferiores a 15 (Fig. 3), es decir, sobreviven menos individuos pero de clases diamétricas más próximas. Los pies de regenerado en la parcela VIG presentaron una competencia promedio menor, probablemente como consecuencia de la menor disponibilidad de luz (mayor competencia con el haya centenaria vigorosa). Sin embargo, en la parcela de claro la competencia promedio fue mucho menor que en ambas parcelas con hayas centenarias como consecuencia de que los pies en claro presentan clases diamétricas más parecidas (CV menor), habiéndose reducido mucho el regenerado de pequeñas dimensiones, que es el que sufre mayor competencia.

En los últimos años, el número de hayas centenarias presentes en el Hayedo de Montejo se ha visto reducido significativamente (el 55,8% están catalogadas actualmente como decrepitas o muertas). Si esta tendencia continua, como GIL et al. defiende, el número de ejemplares centenarios podría verse drásticamente reducido o incluso desaparecer en unos pocos años, homogeneizándose la estructura y composición del bosque. Esto daría lugar a una masa dominada por individuos de haya de clases diamétricas similares donde escasearían otras especies menos competitivas (robles, cerezos, serbales, etc.). Una gestión activa de este bosque singular y de alto valor ecológico debería compatibilizar el mantenimiento de grandes árboles longevos con individuos de otras clases diamétricas inferiores, asegurando así el regenerado y, por tanto, la perpetuación del bosque pero manteniendo, así mismo, una estructura más diversificada. La ausencia absoluta de intervención en una formación arbórea históricamente gestionada podría provocar una importante pérdida de diversidad, no sólo a escala vegetal sino también animal. Este trabajo, de carácter preliminar, debe ser complementado con un mayor número de muestras con el fin de conocer en mayor profundidad la dinámica de la regeneración de antiguas formaciones adhesionadas y establecer las medidas de gestión más oportunas para la conservación de su diversidad y singularidad bajo las nuevas condiciones socioeconómicas.

## 6. Conclusiones

Los antiguos hayedos adhesionados presentan diferentes microhábitats que difieren en su dinámica de regeneración. Las zonas bajo grandes hayas presentaron un mayor número de pies, especialmente de las clases diamétricas inferiores que compiten fuertemente con el haya ancestral. Este regenerado de poca altura presentó una edad mucho mayor de la que cabría esperar para sus dimensiones mientras que pies de edades similares en zonas de mayor luminosidad (borde de copa de las grandes hayas o zonas de claro) han crecido con diámetros y alturas mucho mayores. Una gestión activa de este bosque singular y de alto valor ecológico debería compatibilizar el mantenimiento de las escasas hayas ancestrales (p. ej. reduciendo la competencia sobre ellas) con individuos de todas las clases diamétricas inferiores, asegurando la regeneración de estos bosques así como una estructura más diversificada.

## 7. Bibliografía

- ÁLVAREZ, M.F.; MARQUÉS, R.; FERNÁNDEZ, A.; CASTEDO, F.; 2004. Influencia de la competencia en el crecimiento en sección de *Pinus radiata* D. Don en el Bierzo (León). *Cuad Soc Esp Cie For* 18, 129-133.
- BALANDIER, P.; COLLET, C.; MILLER, J.H.; REYNOLDS, P.E.; ZEDAKER, S.M.; 2006. Designing forest vegetation management strategies based on the mechanisms and dynamics of crop tree competition by neighboring vegetation. *Forestry* 79, 3-27.

BARNA, M. (2011). Natural regeneration of *Fagus sylvatica* L: A review. *Austrian J Forest Sci*, 128(2), 71-91

CESCATTI, A.; PIUTTI, E.; 1998. Silvicultural alternatives; competition regime and sensitivity to climate in a European beech forest. *Forest Ecol Manage* 102, 213-223.

CORRAL, J.J.; ÁLVAREZ, J.G.; AGUIRRE, O.; HERNÁNDEZZ, F.J.; 2005. The effect of competition on individual tree basal area growth in mature stands of *Pinus cooperi* Blanco in Durango (Mexico). *Eur J Forest Res* 124, 133- 142.

GIL, L.; ALONSO, J.; ARANDA, I.; GONZÁLEZ, I.; GONZALO, J.; LÓPEZ, U.; MILLERÓN, M.; NANOS, N.; PEREA, R.; RODRIGUEZ, J.; VALBUENA, M.; 2010. El Hayedo de Montejo. Una Gestión Sostenible. Consejería de Medio Ambiente; Vivienda y Ordenación del Territorio. Comunidad de Madrid.

HEGYI, F.; 1974. A simulation model for managing jack-pine stands. Fries, J. (Ed.): Growth models for tree and stand simulation. 74-90. Royal College of Forest. Stockholm

KRAFT, G.; 1884. Zur Lehre von den Durch Forstungen. Schlagstellungen und Lichtungshieben. Hanover .

LANG, A.; HÄRDITTE, W.; BRUELHEIDE, H.; GEIBER, C.; NADROWSK, K.; SCHULDT, A.; YU, M.; VON OHEIMB, G.; 2010. Tree morphology responds to neighbourhood competition and slope in species-rich forest of subtropical China. *Forest Ecol Manage* 260, 1708-1715.

MEYER, P.; 2006. Patterns and processes of natural regeneration on unmanaged forest. *International Conference Beech silviculture in Europe's largest beech country*. Poiana Brasov, Romania 4-8 September 2006. pp 31-36.

MUÑOZ, P.; SCHWENDTNER, O.; 2005. La selvicultura hacia bosques maduros; herramienta para la conservación de la biodiversidad en los hayedos de Navarra. En: S.E.C.F.- Gobierno de Aragón (Eds.) 4º Congreso Forestal Español. CD-Rom. Edit. Imprenta Repes, S.C. Zaragoza.

MUTH, C.; BAZZAZ, F.A.; 2002. Tree canopy displacement at forest gap edges. *Can J For Res* 32, 247- 254.

MUTH, C.; BAZZAZ, F.A.; 2003. Tree canopy displacement and neighborhood interactions. *Can J For Res* 3, 1323-1330.

ROZAS, V.; 2001. Dinámica forestal y tendencias sucesionales en un bosque maduro de roble y haya de la zona central de la cornisa cantábrica. *Ecología* 15, 179-211.

ROZAS, V.; 2004. Análisis estructural y dendroecológico del Roble (*Quercus robur*) en las Carbayedas de Tragamón y La Isla; Gijón (Asturias). *Ecología* 18, 127-146.