

Brotación en encinas (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) con edades elevadas. Experiencias en el monte de Riofrío (Segovia)

R. Serrada Hierro¹, J. A. Bravo Fernández^{2*} y S. Roig Gómez³

¹ Departamento de Silvopascicultura. Universidad Politécnica de Madrid. EUIT Forestal. Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid. España

² Departamento de Economía y Gestión Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. EUIT Forestal. Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid. España

³ Centro de Investigación Forestal. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. CIFOR-INIA. Ctra. La Coruña, km 7,5. 28040 Madrid. España

Resumen

Se presentan en este trabajo los resultados y conclusiones de una experiencia cuyo objetivo es comprobar la capacidad de brote de cepa y de raíz de ejemplares de encina de edades avanzadas. Está localizada en el monte Riofrío, a una altitud de 960 m en la vertiente norte de la Sierra de Guadarrama, sobre suelos silíceos profundos.

Tras estudio ecológico y dasométrico de la zona, se apean 24 ejemplares. El rango diamétrico de los pies apeados va de 22,3 a 73,2 cm y sus edades estimadas varían entre 70 y 251 años. Se analiza mediante tablas de contingencia y regresión logística la relación de dependencia entre el hecho de que los pies hayan brotado tras la corta y sus características. Un periodo vegetativo después del apeo, sobre un total de 21 pies vivos rebrotan 13, lo que supone el 62%. Cuando han transcurrido tres periodos vegetativos, el número de pies rebrotados es de 17 (81%). De los 17 pies brotados, el 65% lo ha hecho sólo de cepa, el 12% sólo de raíz, y el 23% de ambas formas. La edad no parece influir sobre que exista o no brotación, ni tampoco sobre que se produzca en forma de brotes de cepa o de raíz.

Palabras clave: encina vieja, capacidad de brotación, monte bajo, regeneración, renuevos, retoños, viabilidad.

Abstract

Aged holm-oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) sprouting. Experiences in Riofrío forest (Segovia)

Results from an experiment with the objective of studying the sprouting capability —shoots of stump or root— on aged holm-oak trees are shown in this paper. Site of study is located in Riofrío forest, at 960 m a.s.l. at north facing slope of Guadarrama range (Central mountain range), on deep siliceous soils.

After an ecological and dasonomic inventory 24 aged trees were felled; dbh of felled trees vary from 22.3 to 73.2 cm and age was estimated to be between 70 and 251 years. Contingence tables and logistic regression were used to test the dependence relationship among trees characteristics and the intensity of subsequent sprouting. One period growth after felling, 13 trees (62%) among the live ones (21) that had been felled present some shoots; after three growth periods, the same portion raised to 81% (17). We found only shoots of stump in 65% of the trees that had sprouted; 12% of trees that have only shoots of root and 23% of the trees with both types of shoots. Neither shoot production nor shoot type —stump or root— seems to be influenced by age.

Key words: old holm-oak, sprouting capability, coppice, regeneration, shoot of stump, shoot of root, viability.

Introducción

Planteamiento del problema

De unos doce millones de hectáreas de superficie forestal arbolada en España, alrededor de un 20% es-

tá ocupada por montes bajos. La encina es la especie más abundante con un 57% del total de superficie de tallar, seguida por rebollo (17%) y quejigo (8%), presentando el resto de especies cifras bastante menores. Los tallares de encina [*Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp.] ocupan en España algo menos de 1.300.000 ha; los de rebollo (*Q. pyrenaica* Willd.) suponen alrededor de 375.000 ha; y los de quejigo (*Q. faginea* Lamk.) casi alcanzan las 200.000 ha, todo

* Autor para la correspondencia: abravo@forestales.upm.es
Recibido: 03-10-03; Aceptado: 21-01-04.

ello según datos procedentes del Primer Inventario Forestal Nacional elaborados por Serrada *et al.* (1992), estando dichas cifras posiblemente infravaloradas. En cuanto a los montes medios regulares, su presencia en montes ordenados es muy limitada, se localizan casi todos ellos en la vertiente septentrional del Sistema Central y Salamanca y están compuestos básicamente por rebollo (Serrada, 2003), con algunos otros ejemplos concretos, como el castañar de Hervás (Cáceres). Por último, son también muy escasas las masas gestionadas bajo la forma de montes medios irregulares, si bien es frecuente encontrar montes de este tipo (Ugarte y Vélaz, 1921; Serrada, 2003), como consecuencia de la aparición espontánea de un piso de brotes de *Quercus* bajo un estrato de pinar. Ejemplos de este caso son masas mixtas de *Pinus pinea* L. y encina; *P. pinaster* Ait. con encina o rebollo; *P. sylvestris* L. con rebollo; o *P. nigra* Arn. con quejigo o encina.

Los montes bajos de encina, rebollo y quejigo, con producción preferente de leñas y carbón vegetal pueden tener aprovechamiento pastoral. Como indican San Miguel *et al.* (1995), la notable superficie ocupada por los montes bajos y, en mucha menor medida, medios de estas especies, su potencialidad productiva, y sus valores ecológicos, históricos y culturales, les confieren una indudable importancia en la Península Ibérica.

El tratamiento tradicional estuvo basado en las cortas a matarrasa y orientado a la producción de leña y carbón vegetal. Sin embargo, la escasa demanda de estos productos a partir de 1960, ha provocado el abandono en la gestión de la mayoría de estas masas, con la consiguiente suspensión de las cortas de regeneración, lo que ha provocado que en la actualidad presenten importantes problemas de tipo selvícola, ecológico, económico y social (Montoya y Mesón, 1979; Ducrey, 1992; Gracia *et al.*, 1997; Serrada *et al.*, 1998; Ducrey y Huc, 1999; Serrada, 2003).

Esta situación ha provocado que distintos autores extranjeros y españoles discutan posibles soluciones (Benassi, 1979; Montoya y Mesón, 1979; Zulueta y Montero, 1982; San Miguel *et al.*, 1984; San Miguel, 1985a; Ciancio, 1990; Serrada, 1991; Ducrey, 1992; Serrada *et al.*, 1992; Fabbio, 1999). Todos ellos concluyen que, en la mayoría de las ocasiones y cuando la calidad de estación lo permita, la mejor opción consiste en la conversión a monte alto, o al menos en el paso a una estructura de fustal sobre cepas. Entre los diversos procedimientos encaminados a conseguir dicha conversión, en Serrada (2003) aparece descrita la técnica del resalveo de conversión en monte bajo, que

en resumen consiste en la ejecución de un plan de claras selectivas y por lo bajo, acompañado en ocasiones de poda y desbroce. Dicha técnica, que se viene aplicando sistemáticamente en la provincia de Guadalajara desde hace aproximadamente 25 años, y cada vez está más extendida, está perfectamente definida en sus aspectos cualitativos. En cuanto a los cuantitativos, fundamentalmente peso y rotaciones, se han venido determinando de modo intuitivo, habiéndose realizado recientemente diversos ensayos al respecto (San Miguel *et al.*, 1984; Montero y Montoto, 1985; San Miguel, 1985b; Ducrey, 1992 y 1993; Montero *et al.*, 1995; Serrada *et al.*, 1996; Gracia *et al.*, 1997; Albeza *et al.*, 1999; Ducrey y Huc, 1999; Bravo Fernández *et al.*, 2001; Bravo Fernández, 2003; Serrada, 2003). En Bravo Fernández (2003) se puede encontrar un somero análisis comparativo de los principales procedimientos propuestos para lograr dicha conversión.

Sin embargo, sea cual sea la técnica elegida nos encontramos con un problema sin resolver pensando en el futuro de esas masas. Tras la aplicación de un número de claras variable con la especie, la estación y el estado selvícola inicial de la masa, partiendo de una fracción de cabida cubierta superior al 100% y de un diámetro medio normal igual o mayor que 8 cm, se estima que pueden ser necesarios tres resalveos, y se llegará a un fustal sobre cepa con fracción de cabida cubierta próxima al 80% y diámetro normal medio de al menos 20 cm. Se supone que partimos de un tallar que cubre uniformemente la superficie aunque hay que hacer notar que con frecuencia aparece un mosaico de cepas y de rasos, en cuyo caso también podrá ser conveniente aplicar el resalveo, pero ya no será fácil proponer unos valores de espesura final pues dependerán de la situación inicial. A partir de esta situación, entre las numerosas posibilidades que se plantean para la gestión de estas masas, parece que las tres más lógicas pueden ser las siguientes:

a) Vuelta al monte bajo, a aplicar sobre tallares en conversión, y también sobre pies de encina, melojo o quejigo de edades muy elevadas, escaso vigor, serios problemas sanitarios, escasa producción de bellota..., situación muy frecuente, y que cada vez lo será más, en las dehesas actuales de estas especies y en antiguos montes adhesados que ahora aparecen generalmente como montes bajos o medios con algunos pies dispersos muy añosos. Esta opción es técnicamente posible y sencilla y podría ser aconsejable si las leñas volviesen a ser valoradas en mercado. Aunque en la actualidad parece poco probable, tal posibilidad ha sido defendida o al me-

nos contemplada seriamente por algunos autores (Montoya y Mesón, 1979; Montoya, 1982), y no debe ser descartada, en función de la evolución del mercado. Para su aplicación es imprescindible que los pies apeados, o más correctamente las cepas correspondientes, mantengan suficiente su capacidad de brotación.

b) Adhesamiento progresivo. En las estaciones de mejor calidad, y especialmente en masas de encina, especie menos vecera que melojo y quejigo, ésta podría ser una interesante opción. Para ello, habría que seguir haciendo claras, hasta llegar a densidades del orden de 100 pies/ha, con fracción de cabida cubierta del 30 al 50%. Se plantea aquí el mismo problema que en el punto anterior, aunque desde un punto de vista opuesto: el posible rebrote provocado con las claras choca con el adhesamiento buscado.

c) Conversión a monte alto. El tratamiento de resalveo de conversión en monte bajo pretende en definitiva conseguir finalmente la sustitución de los chirpiales por brinzales. Tras las sucesivas claras se llegaría a un fustal regular sobre cepas, y si la estación y el estado de las cepas permiten la producción de suficiente bellota viable, la masa podría entonces ser tratada mediante aclareo sucesivo uniforme, para llegar a un verdadero monte alto regular. Obviamente, durante las cortas de regeneración habría que observar un estricto acotado al pastoreo. Madrigal (comunicación personal) piensa que con frecuencia el mal estado de las viejas cepas, no permitirá la producción de semilla viable, por lo que para conseguir los primeros brinzales en cantidad suficiente habrá que recurrir a siembra o plantación, opinión compartida por otros forestales.

De nuevo surge la misma cuestión: una vez conseguido el fustal sobre cepas, o incluso la conversión a monte alto regular, ¿no se provocaran intensos episodios de brotación con las mismas cortas de regeneración, dando lugar en el mejor de los casos a un monte medio irregular con ambos estratos de la misma especie? La comparación con lo que ocurre en otros países, incluso mediterráneos, no nos vale del todo: nuestras especies parecen ser más rebrotadoras. Parece obligado emplear turnos largos para contribuir a debilitar la capacidad de brotación; aunque obviamente su valor dependerá de la especie, de la calidad de estación y de las características concretas de cada monte, seguramente deberán ser superiores a los 150 años en todos los casos. Y puede que también convenga reducir la espesura muy gradualmente, para que la sombra mantenga el rebrote controlado. Aunque por otro lado también es una incógnita hasta qué niveles de es-

pesura podríamos llegar en monte alto en muchas de las estaciones. De producirse realmente una intensa brotación, se podría dominar mediante elevadas cargas temporales de ganado durante los primeros años, pero serían incompatibles con el regenerado por semilla, de modo que habría que recurrir al uso de motodesbrozadoras, no sabemos bien durante cuántos años, con lo que aumentan sensiblemente los costes de gestión, siendo una operación que requiere mucho cuidado para respetar los brinzales.

Se comprueba que está justificado el estudio sobre la capacidad de brotación de las especies que nos ocupan a edades avanzadas, a efectos de orientar tratamientos futuros.

Principales referencias sobre el tema

Si bien es relativamente fácil encontrar en bibliografía cifras aproximadas sobre la edad hasta la que conservan las especies su capacidad de brotación, dichas cifras en ocasiones son bastante distintas según la fuente, y parecen estar basadas en la capacidad de observación del autor y no en ensayos planificados. Por otra parte, además de la especie, en la edad de brotación también influye la estación y la historia selvícola concreta.

Según Serrada (2003) las mayores edades en las que se mantiene la capacidad de brotación corresponden a las especies de crecimiento lento y madera dura, estando en torno a 150 años en encina, 120 años en melojo y 100 en quejigo los valores hasta los que se puede mantener al 100% dicha capacidad. Por el contrario, autores como Fron (1910) defienden que la capacidad de brotación de estas especies se mantiene intacta casi indefinidamente, afirmación que parece exagerada.

Ducrey (1992 y 1993), pensando en talleres de encina que hayan alcanzado la estructura de fustal sobre cepa, tras destacar el desconocimiento general sobre la capacidad de brotación de cepas muy viejas, sospecha que con más de 100-150 años de parte aérea y un sistema radical aún más viejo no será posible contar con brotes de cepa numerosos y vigorosos. De ser cierta tal sospecha, habría que plantear qué ocurre con la capacidad de emitir renuevos, que en principio podría quedar menos dañada con la edad (Smith, 1962). La dificultad, entonces, sería para especies como el quejigo, escasamente brotadoras de raíz.

Concretando en la encina, especie sobre la que versa este trabajo, Ximenez de Embún (1977) propone

una cifra de 70 años como la edad máxima hasta la cual la cepa conserva su capacidad de brotación, cifra que en principio consideramos muy reducida. También Montoya (1989) dice que pies de encina mayores de 70 años difícilmente brotarán de cepa. Por el contrario, para Jiménez Sancho *et al.* (1996) la encina conserva toda su vida la capacidad de brotar de raíz, y hasta los 200-300 años la de brotar de cepa. También Ceballos y Ruiz de la Torre (1979) piensan que puede dar abundantes retoños y renuevos hasta los 200 años o más.

No olvidemos que los autores extranjeros citados basan sus afirmaciones en su experiencia con especies y medios que pueden llegar a ser muy distintos a los nuestros, aunque el método de beneficio pueda ser el mismo. En cualquier caso, queda claro que la mayoría de los autores piensan que la encina conserva durante mucho tiempo su capacidad de brotación, especialmente para brotes de raíz; aunque hay divergencias entre las edades límite, con variaciones importantes de unos autores a otros. Para terminar, citemos de nuevo a Ducrey (1992 y 1993), que comenta la escasez de estudios en este sentido dada la dificultad de ensayar con chirpiales muy viejos, y destaca el interés que tienen tales experiencias.

Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es obtener información sobre la capacidad de brotación de pies de encina de avanzada edad, distinguiendo en el rebrote entre renuevos y retoños. No sólo interesará tener datos sobre la cantidad de brotes de cada tipo emitidos, sino también sobre su vigor, pensando en la viabilidad de dichos brotes.

Material y Métodos

Sitio de ensayo. Descripción general. Antecedentes históricos y selvícolas

Para estudiar la capacidad de brotación de pies de avanzada edad, se decidió proceder a la corta de los pies en cuestión, única forma de generar de forma controlada una crisis que provoque el rebrote. Es evidente que tal planteamiento tiene el problema de encontrar una masa con pies de suficiente edad en la que se cuente con el permiso para apea un cierto número de in-

dividuos. Finalmente, el lugar en el que se pudo hacer tal cosa fue el Monte de Riofrío (Segovia), gestionado por el Patrimonio Nacional, sin cuyo apoyo no hubiera sido posible la realización del trabajo. A continuación se describe brevemente el monte, y se hace referencia a su historia, para lo cual seguiremos a Allué-Andrade Camacho (1996).

La dehesa y término redondo de Riofrío, así denominados en ese momento, fueron comprados en 1751 por Isabel de Farnesio con objeto de construir el que hoy conocemos como Palacio de Riofrío. Posteriormente fueron incorporadas mediante compra otras pequeñas partes del monte, lo que también ocurrió durante el siglo XIX.

Se encuentra situado en la zona basal del Sistema Central, Sierra de Guadarrama, en su vertiente segoviana. Aunque domina el sustrato silíceo, pueden encontrarse calizas al oeste y noroeste de la finca. Presenta sequía estival, y una precipitación media de unos 540 mm anuales. Pertenece a un subtipo fitoclimático VI (IV)₁ (Allué Andrade, 1990).

El monte ha sido objeto de aprovechamiento cinegético al menos desde su compra por la Casa Real. Actualmente hay abundantes gamos y algunos ciervos. Debe de ser muy elevado el número de animales para la capacidad de carga del monte, dada la evidente presión ejercida sobre los pastos herbáceos y leñosos.

En cuanto a la composición específica del monte, parece que se mantiene constante al menos desde finales del siglo XIX (Breñosa y De Castellarnau, 1884). La especie dominante es la encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), aunque hay pequeñas zonas pobladas por melojo, quejigo en mezcla con encina, sabina albar (*Juniperus thurifera* L.), fresno (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) y olmo (*Ulmus minor* Mill.), especie esta última que aparece muy dañada por la grafiosis.

El aspecto general es el de una masa de encina de baja espesura, formada por pies bastante viejos. En origen, se trataba de un tallar, en el que no se han hecho cortas de matarrasa desde hace más de 150 años, y que se ha ido aclarando gradualmente. Son escasos los pies jóvenes y vigorosos, posiblemente brinzales incorporados en este último periodo, debido a la constante y seguramente siempre excesiva presencia de gamos. Los pies que vemos ahora son en su mayor parte chirpiales asociados a cepas muy viejas. Son frecuentes las encinas reviejas, con evidentes síntomas de deterioro vegetativo, con la copa muy ramosa y parcialmente seca, y con pudriciones de tronco ocasionadas por antiguas heridas de poda.

A continuación se presenta una breve descripción de la estación y de la masa en la zona de estudio:

Descripción de la estación

Coordenadas geográficas: 40° 53' N, 4° 08' W.

Fisiografía: Pendiente media, 3%; Exposición, oeste; Altitud, 960 m.

Clima: Precipitación media anual, 540 mm; Número de días con lluvia al año, 100;

Distribución de la precipitación, primavera 31%, verano 15%, otoño 29%, invierno 25%;

Temperatura media anual, 11,9° C; Subtipo fitoclimático VI (IV)₁ (Allué Andrade, 1990);

Índices climáticos: Thornthwaite ETP, 700 mm, IH: -3,7; Emberger, 1,02; Martonne: 2,45;

Duración del periodo vegetativo para la especie principal: 5 meses.

Suelo: Los resultados analíticos, algunos parámetros elaborados y la identificación de horizontes figuran en la Tabla 1.

Se trata de un perfil a clasificar como luvisol crómico (FAO, 1998) o como suelo ferriargilúvico (Gandullo, 1994), formado sobre gneis, de profundidad alta, de textura franca bastante arenosa, permeable y de buena capacidad de retención de agua, deficientemente humífero con humus tipo mull, moderadamente ácido, libre de influencia salina y algo deficiente en cuanto a fertilidad mineral. Es decir, no hay disfunciones edáficas para la vegetación forestal.

Descripción de la masa forestal del lugar del ensayo

Monte bajo regular en origen, adehesado a lo largo del tiempo hasta llegar al actual fustal sobre cepas; composición específica, encina, masa pura; calidad de estación,

se considera alta para la especie principal; ausencia de regeneración sexual; estrato arbustivo, ausente; estrato herbáceo, abundante, cobertura de 90%; sin perturbaciones ni cortas recientes; cercado y acotado a pastoreo.

Inventario previo

Tras localizar una zona homogénea en cuanto a sus características de estación y masa, se replantearon 12 parcelas contiguas, de forma cuadrada y lado igual a 40 m. En cada una de dichas parcelas se realizó un inventario dasométrico en el que, además de las características generales de la parcela —pendiente, orientación, pedregosidad superficial— se anotó el número de pies por clases diamétricas de 2 cm de amplitud, a partir de 0 cm de diámetro normal, y el diámetro normal y altura total de los cuatro pies más gruesos por parcela, para estimar la altura dominante como media de dichas alturas. El inventario se realizó en marzo de 1996.

Ejecución de las cortas y toma de datos

Con objeto de evaluar la respuesta en forma de emisión de brotes de cepa y de raíz, fueron cortados lo más cerca posible del suelo 24 pies de encina de la zona inventariada, número máximo admitido por los gestores del monte, a quienes agradecemos su colaboración. De todos los pies apeados se tomaron los siguientes datos: diámetros y perímetros normal y basal; altura total; extracción de una troza basal, posteriormente empleada para estimar la edad; estimación de su estado sanitario y vigor.

Los apeos y recogida de rodajas tuvieron lugar en marzo de 1996. La superficie ocupada por los pies apeados y la susceptible de presentar brotación fue acotada a los gamos.

Tabla 1. Análisis edáficos del Monte de Riofrío

H	Prof. (cm)	TF (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arc. (%)	Per.	CRA	C	MO (%)	pH	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	ox Fe (%)
A	15	73	56,9	32,2	10,9	5	221	0,041	2,09	6,1	0,10	3,5	83,87	0,85
Bt	17	80,21	52,1	26,9	21	4	212	0,037	1,22	6,1	0,08	1,87	82,62	0,493
Bt	38	89,34	46,4	24,7	28,9	4	263	0,035	0,89	6,2	0,07	2,87	82,87	0,468
Bs/C	30	91,61	59,4	30,2	10,4	4	205	0,034	0,52	6,8	0,05	1,5	57,96	0,797

H: horizonte edáfico. Prof.: profundidad. TF: tierra fina (%). Arc.: arcilla. Per.: permeabilidad (Gandullo, 1994). CRA: capacidad de retención de agua en mm/m (Gandullo, 1994). C: conductividad eléctrica en mmhos/cm. MO: materia orgánica. ox Fe: óxidos de hierro. P: fósforo extraído según método Burriel-Hernando.

Estimación de edades

Conteo de anillos

Para alcanzar el objetivo planteado resulta imprescindible conocer la edad de los pies apeados, al menos de modo aproximado. Para ello, sobre cada una de las rodajas basales se abrieron, usando un formón, tres canales radiales y en cada uno de ellos se contó el número de anillos mediante estereomicroscopio y fuente de luz flexible. La edad asignada a cada pie ha sido la media del número de anillos contado en cada canal radial.

Las rodajas de los pies denominados A, I, J y V presentan su centro total o parcialmente podrido, por lo que no ha sido posible el conteo de todos sus anillos. En esos casos se ha procedido dividiendo el radio en diferentes partes, siguiendo el procedimiento que a continuación se indica:

— R_1 : longitud central del radio con podredumbre, oquedad u otra causa que impide la identificación de los anillos.

— R_2 : longitud del radio donde sí es posible la correcta identificación de los anillos.

— R_{2a} : mitad exterior de R_2 .

— R_{2b} : mitad interior de R_2 .

La edad de la rodaja se estima del siguiente modo:

$$\text{Edad} = n.^{\circ} \text{ anillos en } R_2 + \left(R_1 \cdot \frac{N.^{\circ} \text{ de anillos en } R_{2b}}{R_{2b}} \right)$$

Sobre las rodajas basales de los pies N, M y X no se pudo realizar identificación alguna de anillos, por es-

tar la madera absolutamente colapsada o afectada por pudriciones.

Relación edad-diámetro normal: regresión no lineal

Para obtener la relación entre la edad estimada y el diámetro normal se emplea un modelo logarítmico, donde la edad es la variable dependiente, y el logaritmo neperiano del diámetro normal es la variable independiente. Se utilizó, de entre los distintos procedimientos iterativos posibles, el algoritmo de Levenberg-Marquardt por considerar que el cálculo de derivadas parciales no resulta un problema dado que la función a ajustar no es demasiado compleja, y que con este método se estiman con mayor precisión los parámetros que con otros como el de Gauss-Newton o el de los gradientes (García, 2001). La bondad del ajuste se comprueba mediante el cuadrado medio del error. Se presenta el nivel de significación de los parámetros estimados, así como su error estándar. También se analiza el comportamiento de los residuos.

Control del rebrote

En septiembre de 1996 y septiembre de 1998, es decir, al transcurrir uno y tres periodos vegetativos tras el apeo, todos los tocones fueron visitados, anotando la siguiente información (ver Figura 1):

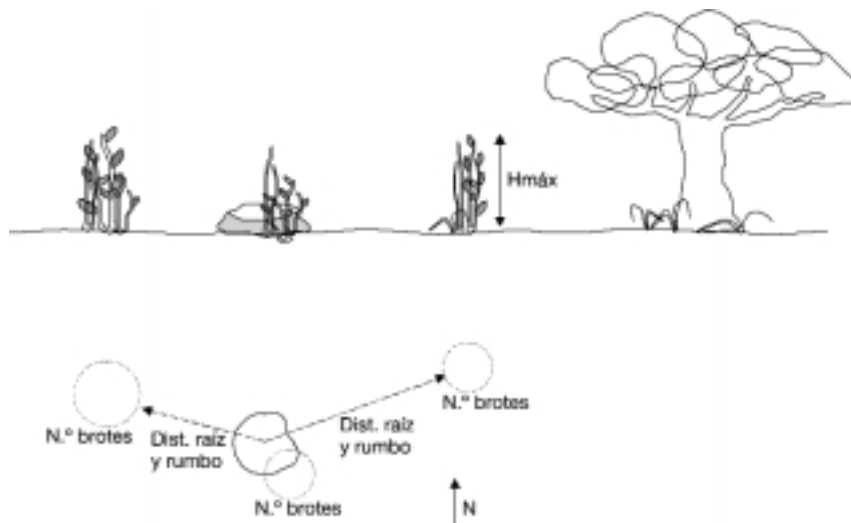


Figura 1. Esquema de la información básica anotada en los controles del rebrote.

— Se numeran todos los golpes de brotación, o conjuntos de brotes cercanos entre sí. En caso de que la brotación se produzca de forma difusa, también se indica.

— Para cada golpe de brotación, o para el conjunto identificable como unidad de brotes dispersos, se indica si se trata de brotes de cepa o de raíz, y se anota el número de brotes.

— Rumbo (grados en escala centesimal) y distancia (cm) hasta el centro del golpe de brotación, tomando como origen de referencia el conjunto del tocón. De este modo se pretende diferenciar el rebrote de cepa, con distancia igual a cero, del rebrote de raíz, así como localizar la distancia a la que se emiten los renuevos y analizar si influye o no la orientación en torno al tocón sobre la emisión de brotes. En este sentido, consideramos que la separación entre la zona de solana y la de umbría viene definida por la diagonal que atraviesa el tocón uniendo los rumbos de 150 y 350 grados centesimales.

— Altura máxima, en centímetros, alcanzada por cada golpe de brotación, como indicador del vigor de los brotes.

— Número de brotes de cada golpe de brotación que superan la mitad de la altura máxima, también indicador del vigor del rebrote.

— Se indica si el tocón está a pleno sol, o si recibe la sombra de pies vecinos, buscando analizar si tal cuestión influye en la brotación.

Pese a lo reducido del tamaño muestral, se considera que los datos son muy interesantes por ser poco frecuentes, de modo que se analiza mediante tablas de contingencia la relación de dependencia entre el hecho de que los pies hayan brotado tras la corta y las siguientes variables categóricas:

— Vigor y estado sanitario del pie previamente a la corta; se distingue entre «muy mal estado», «algo afectado o dominado» y «sano y sin problemas».

— Edad, con los siguientes niveles: < 100 años; 100-150 años; 150-200 años; y > 200 años.

— Grado de insolación: «tocón a pleno sol» y «resto de casos».

Además, para poder analizar las interacciones entre las anteriores variables, se trabaja con una regresión logística binaria, cuya variable dependiente dicotómica es la presencia o ausencia de brotación, incluyéndose en el modelo las siguientes variables:

— Variable continua: edad (años).

— Variables cualitativas: grado de insolación del tocón, y estado previo (con los niveles indicados anteriormente).

— Se consideran también todas las posibles interacciones.

Por último, se plantea la construcción de un modelo de regresión simple en el que la variable dependiente será la altura máxima alcanzada por los brotes de cada pie, como indicador del vigor de la brotación y las variables independientes serán las siguientes:

— Variable continua: edad (años).

— Variables cualitativas, convertidas en variables ficticias: estado del pie antes de la corta, y grado de insolación.

— Se consideran también las interacciones entre las variables ficticias y la edad, para ver si la pendiente se ve modificada.

El método de introducción de variables en el modelo es el de pasos sucesivos, con probabilidad límite de entrada de 0,5, y probabilidad límite de salida de 0,10.

Resultados y Discusión

Inventario dasométrico

Los valores medios resultantes del inventario se presentan, para cada parcela y en forma de valores medios, en la Tabla 2. La Figura 2 refleja la distribución diamétrica media. El valor moda de diámetros se encuentra en la clase diamétrica 34-36, y el diámetro medio cuadrático es de 39,6 cm. No hay pies por debajo de 20 cm de diámetro normal, y la regeneración sexual es nula. Como vemos, se trata de una masa regular de baja espesura, con el grueso de los pies en

Tabla 2. Resultado del inventario dasométrico en las parcelas de Riofrío

Parc.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Med.	DT	CV
N/ha	75	100	163	94	38	82	144	69	75	150	112	94	100	37,1	37,5
G(m ² /ha)	8,0	11,2	19,6	13,1	7,2	10,4	14,9	10,3	10,6	15,6	16,0	10,5	12,3	3,6	29,6
Ho (m)	7,9	7,3	7,8	6,6	8,0	8,1	7,4	7,4	7,9	8,5	7,1	7,5	7,6	0,5	7,0

Parc.: número de parcela. N/ha: densidad. G: área basimétrica. H₀: altura dominante; Med.: media. DT: desviación típica. CV: coeficiente de variación.

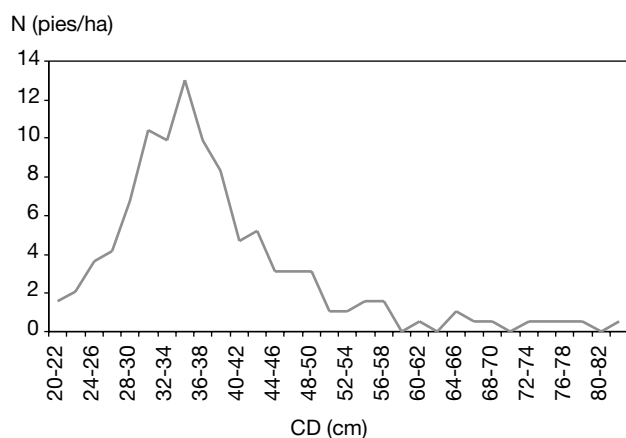


Figura 2. Distribución diamétrica media de la zona de ensayo del Monte de Riofrío.

tre 20 y 56 cm de diámetro normal, situándose dentro de dicho rango el máximo de pies entre 30 y 40 cm, y con algunos pies dispersos de hasta 84 cm de diámetro normal.

Descripción de los pies apeados

Un resumen de cada uno de los pies apeados se presenta en la Tabla 3. Como se puede apreciar, en algún caso se llegó a apeaar algún pie cuya parte aérea se había secado y no había brotado en absoluto durante el último año, para observar si el sistema radical aún era capaz de rebrotar en estos pies que consideramos muertos, al menos en su parte aérea.

Tabla 3. Resumen de las características dasométricas y sanitarias de los pies apeados

Pie	dn	db	Pn	Pb	H	Lf	Vigor, estado sanitario
A	34,0	38,0	110	130	6,60	2,30	Mal estado, con poca copa y fuste podrido en el centro.
B	24,8	31,1	80	98	6,25	2,55	Mal estado general, con poca copa.
C	24,8	40,0	116	130	8,15	2,60	Bueno, copa vigorosa.
D	47,0	59,5	150	190	8,30	3,60	Copa amplia y sana, pero fuste totalmente hueco.
E	26,0	31,5	83	105	6,00	3,00	Totalmente seco.
F	26,6	31,5	85	103	6,80	2,90	Sano, sin coqueras, pero dominado por otros, con muy poca copa y reducido tamaño.
G	27,0	31,5	90	110	7,30	3,75	Copa escasa, con muy pocas hojas. Forma parte de una cepa de dos pies. Tiene sólo dos ramas principales.
H	47,0	49,0	150	165	7,00	3,05	Copa muy extendida, muy mal estado general. Grietas rezumando. Muchas hojas salen de las ramas gruesas.
I	40,0	46,5	130	155	7,45	2,30	Muerto, quizás este año. Aún presenta hojas secas en copa. Tiene brotes de cepa, también secos.
J	56,0	66,8	185	210	7,05	3,25	Muy malo, casi sin hojas, casi completamente seco. Tocón totalmente podrido.
K	22,2	25,5	70	80	5,25	2,25	Reducido tamaño pero sano.
L	31,7	37,6	104	120	5,85	1,90	Malo, poca copa y corteza muy gruesa. Muy afectado.
M	22,5	31,7	75	100	5,15	3,20	Muy malo, casi sin ramas, sin apenas copa. Tocón muy podrido.
N	71,3	87,5	224	275	6,45	2,60	Medio muerto, pudrición generalizada. Sin apenas copa. Hojas sólo en axila de una rama. Tronco hueco.
O	35,1	44,5	121	140	6,70	2,50	Parece sano, pero está dominado por pie cercano.
P	29,5	35,6	95	120	6,35	2,30	Muy malo, muy afectado, con muy pocas hojas. Tocón sano.
Q	38,3	42,5	124	139	7,60	2,30	Buena copa, pero con fuste afectado. Tocón sano.
R	28,3	32,5	90	110	7,50	2,85	Buen aspecto, sano.
S	45,5	54,5	146	174	8,30	2,10	Buen aspecto, buena copa, aunque con algunas ramas afectadas. Tocón sano.
T	34,2	43,0	110	135	7,30	3,10	Parece sano, pero tiene muy pocas hojas (que además brotan directamente de las ramas gruesas). Tocón sano.
U	46,0	55,0	150	180	7,00	3,20	Afectado y seco (muerto este año).
V	73,2	85,9	230	270	7,75	2,65	Copa extendida, pero con zonas secas. No parece afectado.
W	36,0	40,0	115	140	6,50	2,30	Con ramas recientemente desgajadas, algunas de ellas estaban ya muertas antes. Tocón con pudriciones.
X	65,6	79,6	206	250	5,30	3,40	Muy mal estado, sólo una rama en bandera. Parece ser muy vieja.

dn: diámetro normal medido con forcípula (cm). db: diámetro basal medido con forcípula (cm). Pn: perímetro normal (cm). Pb: perímetro basal (cm). H: altura total (m). Lf: longitud de fuste (m). Los diámetros normales y basales en letra negrilla no pudieron ser medidos con forcípula por su magnitud, y han sido obtenidos a partir de los respectivos perímetros.

El rango diamétrico de los pies apeados va de 22,3 a 73,2 cm. Dado que los pies presentan a menudo fustes con deformaciones, asimetrías..., se dudaba sobre la conveniencia de emplear el diámetro normal, o por el contrario trabajar con valores de perímetros. Al estudiar la relación lineal entre el diámetro normal medido con forcípula y el obtenido del perímetro normal, se obtiene un coeficiente de correlación lineal de Pearson de 0,987, significativo con $p < 0,001$. Si hacemos lo mismo pero con diámetros basales, el coeficiente de Pearson es de 0,989, con $p < 0,001$. Consideramos por tanto indiferente emplear diámetros medidos directamente con forcípula u obtenidos a partir de la circunferencia normal o basal, comprobando además que la edad de los pies y las aparentes irregularidades del fuste no afectan a la medición de los diámetros. Dado que en los pies N, V y X no se pudo medir directamente el diámetro normal con forcípula por su elevado valor, en adelante se emplearán los diámetros normales obtenidos a partir de la circunferencia normal para todos los casos.

En cuanto a la relación lineal entre diámetros basales y normales, ésta presenta un coeficiente de correlación lineal de Pearson de 0,935, con $p < 0,001$.

Estimación de edades

Conteo de anillos

Las edades medias estimadas para cada pie apeado se insertan en la Tabla 4. Dichas edades estimadas varían entre 70 y 251 años. Se supone que, debido a las dificultades encontradas para la identificación de los anillos, especialmente en la parte exterior de la rodaja porque a menudo los crecimientos son muy pequeños, y en la parte central por pudriciones, huecos o coloraciones que complican la lectura, las edades estimadas pueden ser algo erróneas. Sin embargo, para el objetivo planteado en este trabajo no es tan importante utilizar edades exactas sino órdenes de magnitud, y éstos son absolutamente válidos.

Tabla 4. Estimación de la edad media de cada pie apeado

Pie	dn	Conteo 1.º	Conteo 2.º	Conteo 3.º	Media	Desv. típ.	CV (%)
A	35,0	143	114	131	129	14,6	11,3
B	25,5	101	91	81	91	10,0	11,0
C	36,9	140	160	149	150	10,0	6,7
D	47,7	129	154	139	141	12,6	9,0
E	26,4	94	119	106	106	12,5	11,8
F	27,1	133	128	132	131	2,7	2,1
G	28,6	96	113	123	111	13,5	12,2
H	47,7	150	123	142	138	13,8	10,0
I	41,4	154	132	150	145	11,6	8,0
J	58,9	196	123	140	153	38,2	24,9
K	22,3	59	74	77	70	9,6	13,8
L	33,1	111	93	128	111	17,3	15,7
M	23,9	120	94	94	103	15,1	14,8
N	71,3				192		
O	38,5	164	119	125	136	24,5	18,0
P	30,2	116	107	110	111	4,6	4,2
Q	39,5	124	117	136	126	9,5	7,5
R	28,6	101	105	112	106	5,5	5,2
S	46,5	117	143	124	128	13,5	10,5
T	35,0	121	118	117	119	2,1	1,7
U	47,7	135	132	129	132	3,0	2,3
V	73,2	262	248	243	251	9,8	3,9
W	36,6				129		
X	65,6				184		

dn: diámetro normal (cm). conteo 1.º: número de anillos contados en el primer radio. conteo 2.º: número de anillos contados en el segundo radio. conteo 3.º: número de anillos contados en el tercer radio. media: edad media, en años. desv. típ.: desviación típica, en años. CV: coeficiente de variación. Las edades de los pies N, W y X, señaladas en letra negrita, no proceden de conteos sobre las rodajas por haber sido imposible realizarlos, sino de la aplicación del modelo no lineal obtenido posteriormente.

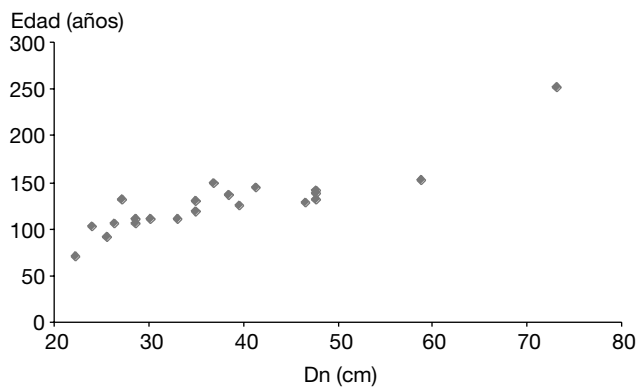


Figura 3. Edades estimadas frente al diámetro normal.

En la Figura 3 se muestra gráficamente la relación entre edades y diámetros normales. Como se puede apreciar, tras una ligera curvatura inicial parece que los puntos se sitúan siguiendo una clara tendencia lineal con pendiente sólo levemente positiva. Parece, pues, que nos encontramos en la parte asintótica de la sigmoide que hubiera reflejado la evolución del diámetro con la edad. Si se hubiera contado con un rango diamétrico más amplio para los valores menores esta forma de curva quedaría más patente. Sólo un dato, el correspondiente al pie V, presenta una edad estimada superior a lo que podríamos esperar en función de la tendencia general. Dicho pie cuenta con el mayor diámetro, por lo que se convierte en un punto no sólo posiblemente anormal, sino también influyente. Se da la circunstancia de que dicho pie presenta parte del centro de la rodaja con pudriciones que han obligado a estimar el número de anillos en esa zona con el procedimiento descrito anteriormente, por lo que a los errores comunes en la identificación de los anillos en este caso habría que añadir los derivados de esta forma de estimación.

Relación edad-diámetro normal: regresión no lineal

Una vez analizada gráficamente la relación entre diámetros y edades estimadas, se realiza el análisis planteando expresar dicha relación a través de un modelo de regresión no lineal, que permitirá estimar las edades en aquellos pies sobre los que fue imposible la lectura.

El modelo logarítmico seleccionado presenta un cuadrado medio del error igual a 375,73. Los parámetros estimados son fuertemente significativos. En el análisis de los residuos se comprueba que el dato influyente correspondiente al pie de más diámetro, y también más edad, provoca que el modelo sobreesti-

Tabla 5. Caracterización de los parámetros estimados en la regresión no lineal entre edad (años) y diámetros (cm)

Variable	Estimación	Error estándar	Nivel de significación
In (dn)	94,149	13,987	0,0000
Constante	-209,487	50,314	0,0005

me ligeramente para valores medios de diámetro, y subestime para dicho punto influyente. De todos modos, dicho punto influyente no se ha eliminado del modelo, puesto que lo que se pretende con dicho modelo es predecir la edad para varios pies cuyo diámetro quedaría entonces fuera de rango. Por otro lado, se ha elegido el modelo logarítmico frente a otros que se ajustan mejor al punto influyente por suponer que la edad de dicho punto probablemente esté sobreestimada.

Aplicando el modelo obtenido a los diámetros normales de los pies N, W y X se obtienen las edades estimadas que aparecen en la Tabla 4. En la Figura 4 se representan las edades estimadas mediante conteo de anillos frente al diámetro normal; el modelo logarítmico seleccionado; y las edades estimadas mediante dicho modelo, para los pies en los que fue imposible la lectura directa sobre la rodaja.

Control del rebrote

Se realizaron dos controles del rebrote, al cabo de uno y tres periodos vegetativos tras el apeo. Se ob-

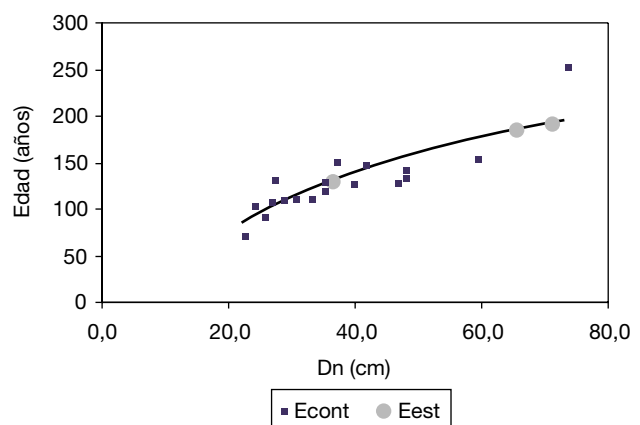


Figura 4. Representación del modelo logarítmico seleccionado para la relación entre edades y diámetros normales. Econt: edades estimadas mediante conteo de anillos sobre las rodajas. Eest: edades estimadas con el modelo propuesto, al ser imposible la lectura directa de los anillos.

servó que de un total de tres pies aparentemente muertos antes del apeo, ninguno de ellos rebrotó en los tres años posteriores al mismo. Nuestra intención era comprobar si en algún caso la muerte reciente de la parte aérea podría ser compatible con que el sistema radical se mantuviera aún vivo y con capacidad de brotación, cosa que no ha ocurrido. En adelante no se tendrán en cuenta estos tres pies muertos, puesto que aceptando tal muerte no tendría sentido introducirlos en los análisis junto a pies vivos. Por tanto, en lo sucesivo se trabajará sólo con los 21 pies vivos restantes.

Un periodo vegetativo después del apeo, sobre un total de 21 pies rebrotan 13, lo que supone el 62% de los pies. Dos años después, cuando han transcurrido tres periodos vegetativos, el número de pies rebrotados es de 17 (81%). Por tanto, el 19% de los pies vivos no han brotado. Es interesante destacar que han brotado 4 pies que no lo habían hecho el primer año: concretamente, los nombrados como G, M, O y W. Esto supone que el 50% de los pies que no brotaron el primer año lo hacen después. Tres de ellos han emitido sólo brotes de cepa, y el cuarto lo ha hecho con brotes de cepa y de raíz. Pese al retraso, las alturas máximas alcanzadas por los brotes no parecen ser inferiores a las de los pies que brotaron desde el primer año. Dos de ellos tienen sus tocones a pleno sol, y los otros dos no. Las edades varían de 103 a 136 años. En cuanto a su estado, estaba caracterizado como muy malo. ¿Ocurrirá que en los pies enfermos, con pudriciones avanzadas..., el rebrote se retrasa? Parece que no, puesto que de otros 7 pies semejantes, 2 no han brotado ni al tercer año, y los 5 restantes lo hicieron inmediatamente después del apeo. Es posible que en los siguientes años incluso se produzca la brotación de alguno de los pies que aún no lo han hecho en el momento de realizar el segundo control. En cualquier caso, esta «brotación diferida» aconseja esperar si se apea la parte aérea para buscar el rebrote y éste no se produce a corto plazo.

Al tercer año, de los 17 pies brotados el 65% lo ha hecho sólo de cepa, el 12% sólo de raíz, y el 23% de ambas formas. Por otro lado, el número de brotes de cepa emitidos es generalmente más numeroso que el número de brotes de raíz.

El primer año, las alturas máximas alcanzadas por los brotes llegan en un caso a 1,30 metros, estando en general en torno a 1 m. Los brotes de cepa presentan alturas máximas superiores a los de raíz, confirmando la impresión obtenida en campo: los brotes de

cepa son más vigorosos, más gruesos y altos; por lo tanto, al menos los primeros años presentan un crecimiento mayor. El tercer año algunos brotes de cepa alcanzan los 2,60 m de altura, siendo el máximo para brotes de raíz de 1,75 m. El estado sanitario previo al apeo no parece influir sobre la altura máxima alcanzada.

En ningún caso se han emitido brotes de raíz más allá de dos metros del tocón, pese a que, dada la edad y dimensiones de los pies, es muy probable que la zona de influencia de los sistemas radicales se extienda más de dos metros en torno al fuste.

De los pies que han brotado, la mayoría —un 61,5%— lo han hecho en torno al tocón tanto en el sector que hemos denominado de solana como en el de umbría. El 30,8% sólo ha brotado en solana, y el restante 7,8%, que se corresponde con un único pie, lo ha hecho sólo en el sector de umbría.

Al realizar los controles se observó que una proporción elevada de brotes de cepa, por vigorosos que fueran y considerable la altura que alcanzaran, presentaban una deficiente inserción en el tocón por proceder de yemas adventicias, lo que hacía que se arrancaran total o parcialmente con mucha facilidad. Los brotes de raíz, si bien en general presentan menor altura y diámetro, son mucho menos vulnerables en este sentido, por lo que parecen asegurar en mayor medida el futuro de la cepa.

Para intentar confirmar la impresión de que sobre el hecho de que haya o no brotación no influye ni la edad, ni el estado previo ni el grado de insolación, se ha trabajado con tablas de contingencia. La que relaciona presencia o no de brotación y rango de edades se presenta a modo de ejemplo en la Tabla 6. Como vemos, las probabilidades asociadas a las pruebas Chi-cuadrado de Pearson y razón de verosimilitud son muy elevadas, y no permiten ni aun al 90% rechazar la hipótesis nula de independencia entre variables. Por tanto, se concluye que la edad y la capacidad de brotación, para nuestro caso y rango ensayado, no están relacionadas. Similar resultado se ha obtenido con las tablas de contingencia para brotación con estado sanitario de los pies y grado de insolación: no se encuentra relación entre las variables.

El empleo de las tablas de contingencia ha obligado a renunciar al estudio de interacciones entre las variables explicativas. Por ello, y dado que el necesariamente reducido tamaño muestral obliga a confiar menos en los resultados de un solo tipo de análisis, planteamos también una regresión logística, cuyas ca-

Tabla 6. Tabla de contingencia para brotación y rango de edades, junto con las pruebas Chi-cuadrado de Pearson y razón de verosimilitud de Chi-cuadrado

Tabla de contingencia brotación * edad · rango							
			Edad rango				Total
			< 100	100-150	150-200	> 200	
Brotación	No	Recuento	1	2	1	0	4
		Frecuencia esperada	0,4	2,9	0,6	0,2	4,0
		% de brotación	25,0%	50,0%	25,0%	0,0%	10,0%
		% de edad · rango	50,0%	13,3%	33,3%	0,0%	19,0%
		% del total	4,8%	9,5%	4,8%	0,0%	19,0%
		Residual	0,6	-0,9	0,4	-0,2	
		Residuos tipificados	1,0	-0,5	0,6	-0,4	
	Sí	Recuento	1	13	2	1	17
		Frecuencia esperada	1,6	12,1	2,4	0,8	17,0
		% de brotación	5,9%	76,5%	11,8%	5,9%	100,0%
		% de edad · rango	50,0%	86,7%	66,7%	100,0%	81,0%
		% del total	4,8%	61,9%	9,5%	4,8%	81,0%
Residual		-0,6	0,9	-0,4	0,2		
	Residuos tipificados	-0,5	0,2	-0,3	0,2		
Total	Recuento	2	15	3	1	21	
	Frecuencia esperada	2,0	15,0	3,0	1,0	21,0	
	% de brotación	9,5%	71,4%	14,3%	4,8%	100,0%	
	% de edad · rango	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% del total	9,5%	71,4%	14,3%	4,8%	100,0%	
Pruebas de chi-cuadrado							
			Valor	gl	Sig. asint. (bilateral)		
Chi-cuadrado de Pearson			2,193 ^a	3	0,533		
Razón de verosimilitud			2,078	3	0,556		
N.º de casos válidos			21				

racterísticas ya se han indicado. Empleando un método de introducción de variables en el modelo por pasos hacia delante que contrasta la entrada basándose en la significación del estadístico de puntuación eficiente de Rao y contrasta la eliminación basándose en la probabilidad del estadístico de Wald, ninguna variable ni interacción es seleccionada. Por tanto, no se detecta relación significativa entre la brotación y la edad, el estado previo del pie o el grado de insolación directa sobre el tocón.

En cuanto a la regresión lineal de la altura máxima alcanzada por los brotes en cada pie frente a edad, estado e insolación, ninguna de las variables es introducida en el modelo. Es decir, no se detecta relación lineal significativa, como por otro lado intuimos al analizar la representación gráfica de la altura máxima frente a la edad, controlando, por ejemplo, el estado previo de los pies (Figura 5).

En definitiva, se ha podido comprobar que, en el lugar de estudio, la encina conserva su capacidad de brotación hasta edades avanzadas, concretamente hasta más de 200 años, aun considerando que la edad de 251 años que se ha estimado para el pie más viejo posiblemente esté algo sobreestimada. No parece que con la edad se favorezca claramente una forma de brotación frente a otra. Los brotes de raíz, que en ningún caso han aparecido a más de 2 m del tocón, son menos frecuentes que los brotes de cepa, menos numerosos cuando se producen, y tienen menor altura máxima; sin embargo, en general presentan mayor resistencia ante agresiones mecánicas, por lo que son más seguros. Como último comentario, parece que si se pretende conseguir la renovación vegetativa de los pies, no se debe esperar a la muerte de éstos, pues por malo que sea su estado o elevada su edad, si se apean en vida se produce una respuesta positiva en forma de rebrote de cepa o raíz.

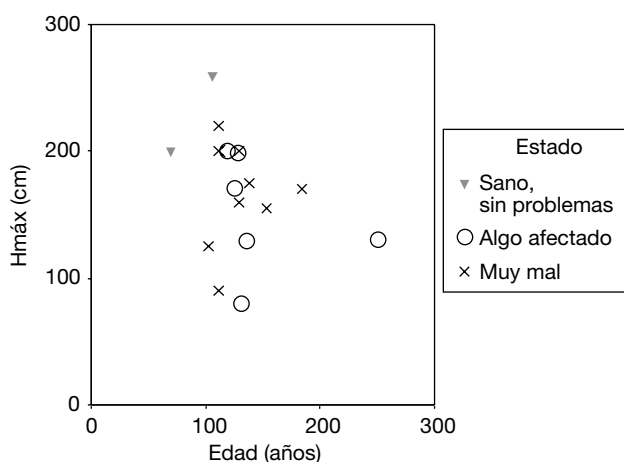


Figura 5. Altura máxima alcanzada por los brotes de cada pie frente a la edad, reflejando el efecto del estado previo de los pies.

Conclusiones

— Para el rango de edades ensayado, hasta aproximadamente 250 años, y al menos en la masa elegida para el estudio, la encina conserva su capacidad de brotación tanto de raíz como de cepa. Tres periodos vegetativos después del apeo de los pies, en un 81% de los casos se ha producido brotación.

— Para el amplio rango de edades estudiado, la edad no parece influir sobre que exista o no brotación, ni tampoco sobre que ésta se produzca en forma de brotes de cepa o de raíz.

— La mitad de los pies que no brotaron el primer periodo vegetativo tras el apeo, sí presentan brotes de cepa y de raíz con buen desarrollo al final del tercer periodo vegetativo.

— El estado vegetativo y sanitario de los pies aún vivos no parece influir en la brotación tras el apeo. Este resultado debe limitarse a las condiciones del monte de estudio, ya que la presencia de otras enfermedades o plagas sí podría, quizás, influir en este sentido.

— Los pies cuya parte aérea estaba aparentemente muerta antes del apeo no emitieron en ningún caso nada de rebrote. Por tanto, si se pretende aprovechar la capacidad rebrotadora de la especie para renovar la parte aérea, los pies deben apearse antes de que mueran, puesto que según lo comentado en el punto anterior individuos en muy mal estado pero aún vivos sí producen brotes vigorosos y abundantes.

— En general, los brotes de cepa son más numerosos y vigorosos que los de raíz, presentando un ma-

yor crecimiento inicial en altura y grosor. Sin embargo, a menudo la inserción de dichos brotes de cepa sobre el tocón es muy defectuosa al tener su origen en yemas adventicias, produciéndose con facilidad desgarros y desprendimientos. Por tanto, el futuro de la mayor parte de los brotes de raíz parece más seguro.

— Es de interés estudiar la evolución en el tiempo de los brotes emitidos, para confirmar en su caso el peligro de pérdida de gran parte de los brotes de cepa, y analizar el crecimiento de los brotes de cepa y raíz, y su respuesta a la con frecuencia elevada competencia establecida con los brotes contiguos. Conviene también estudiar la evolución de la pudrición del tocón, y ver cómo afecta dicha pudrición no sólo a los brotes de cepa, sino también a los de raíz, que probablemente se vean favorecidos por la pérdida de parte del sistema radical original.

— La ausencia de correlación de la capacidad de brotar con elementos que caracterizan la parte aérea sugiere que su variabilidad puede ser explicada por la biomasa subterránea, desconocida, o con la capacidad fotosintética del ejemplar apeado en los años anteriores, lo que abre nuevas vías de investigación.

Agradecimientos

Para la ejecución de los trabajos realizados en el monte de Riofrío ha sido imprescindible la autorización de Patrimonio Nacional, agradecimiento que personalizamos en Santiago Soria y Juan Fernando Carrascal. Debemos un recuerdo especial a los celadores del monte de Riofrío.

Referencias bibliográficas

- ALBEZA E., ARQUES E., BERNABÉ A., ESCARRÉ A., JIMÉNEZ-ORTIZ T., LLEDÓ M.J., SÁNCHEZ J.R., 1999. Experiencias para la mejora de masas forestales. Programa de investigación y desarrollo en relación con la restauración de la cubierta vegetal: Reunión de Coordinación. (21-31). Castellón, del 22 al 24 de septiembre de 1999.
- ALLUÉ-ANDRADE J.L., 1990. Atlas fitoclimático de España. INIA. MAPA. Madrid.
- ALLUÉ-ANDRADE CAMACHO M., 1996. Visit to Riofrío experimental field. Documento inédito, repartido a los miembros del proyecto MEDCOP en visita al Bosque de Riofrío.

- BENASSI A., 1979. Economia della conversione in fustaia del ceduo di faggio. *L'Italia Forestale e Montana*, Anno XXXIV(5), 195-202.
- BRAVO FERNÁNDEZ J.A., 2003. Resalveos de conversión en montes bajos de la región central de la Península Ibérica. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- BRAVO FERNÁNDEZ J.A., SÁNCHEZ I., SERRADA R., 2001. Determinación de rotaciones óptimas en la aplicación de resalveos de conversión a monte alto en tallares de encina y de quejigo en la zona central de la Península Ibérica. *Actas III Congreso Forestal Español*. Granada, 25 a 28 de septiembre de 2001.
- BREÑOSA R., DE CASTELLARNAU J.M., 1884. Guía y descripción del Real Sitio de San Ildefonso. Tipografía de los sucesores de Ribadeneyra. Madrid.
- CEBALLOS L., RUIZ DE LA TORRE J., 1979. Árboles y arbustos de la España peninsular. ETSI Montes. Madrid. 512 pp.
- CIANCIO O., 1990. La gestione del bosco ceduo: analisi e prospettive. *L'Italia Forestale e Montana* 1, 5-10.
- DUCREY M., 1992. Quelle sylviculture et quel avenir pour les taillis de chêne vert (*Quercus ilex* L.) de la région méditerranéenne française. *Revue Forestière Française* XLIV(1), 12-33.
- DUCREY M., 1993. Reflexions sur la sylviculture des taillis de chêne vert dans le midi méditerranéen. *Rencontre Forestiers-Chercheurs en Fôret Méditerranéenne*. La Grande-Motte. 6-7 octobre 1992. Ed. INRA (Les colloques n° 63). Paris.
- DUCREY M., HUC R., 1999. Effets de l'éclaircie sur la croissance et le fonctionnement écophysologique d'un taillis de chêne vert. *Revue Forestière Française* LI (2), 326-340.
- FABBIO G., 1999. MEDCOP. Improvement of coppice forests in the mediterranean region (1994-1998). Istituto Sperimentale per la Selvicoltura. Arezzo. Italia.
- FAO, 1998. World referente base for soil resources. World soil resources. Reports 84. Rome.
- FRONA., 1910. Sylviculture. Librairie J.B. Baillièrre et fils. Paris. 496 pp.
- GARCÍA GONZÁLEZ D., 2001. Aprovechamiento sostenible de las acebedas del Sistema Ibérico Norte: caracterización, crecimiento, propagación, conservación, tratamientos selvícolas y producción de ramilla con fines ornamentales. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- GANDULLO J.M., 1994. Climatología y ciencia del suelo. Fundación Conde del Valle de Salazar. E.T.S.I. Montes, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. 404 pp.
- GRACIA C., BELLOT J., SABATÉ S., ALBEZA E., DJEMA A., LEÓN B., LÓPEZ B., MARTÍNEZ J.M., RUIZ I., TELLO E., 1997. Análisis de la respuesta de *Quercus ilex* L. a tratamientos de resalveo selectivo. En *La restauración de la cubierta vegetal de la Comunidad Valenciana* (547-601). Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Diciembre 1996.
- JIMÉNEZ SANCHO M.P., DÍAZ-FERNÁNDEZ P.M., IGLESIAS SAUCE S., DE TUERO Y REYNA M., GIL SÁNCHEZ L., 1996. Las regiones de procedencia de *Quercus ilex* L. en España. ICONA.
- MONTERO G., MONTOTO J.L., 1985. Aumento de las posibilidades pastorales en montes bajos de quejigo (*Quercus faginea* Lamk.). *Anales I.N.I.A. Serie Forestal* Vol. 9. INIA. Madrid.
- MONTERO G., CAÑELLAS I., SAN MIGUEL A., 1995. Informe anual del Grupo de Trabajo 07 (CIFOR-INIA) para el Proyecto MEDCOP. In 2nd General Meeting of the MEDCOP Project. Septiembre de 1995. Departamento de Silvopascicultura. UPM. Madrid y Bragança.
- MONTOYA J.M., 1982. Selvicultura, ordenación y economía de los rebollares de *Quercus pyrenaica* Willd. *Boletín de la Estación Central de Ecología*, 11(22), 3-13. Madrid.
- MONTOYA J.M., 1989. Encinas y encinares. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 133 pp.
- MONTOYA J.M., MESÓN M., 1979. Situación actual y perspectivas futuras de los montes bajos de *Quercus pyrenaica* Willd. *Montes* 193, 211-216.
- SAN MIGUEL A., 1985a. Ecología, tipología, valoración y alternativas silvopascícolas de los quejigares —*Quercus faginea* Lamk.— de Guadalajara. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- SAN MIGUEL A., 1985b. Variaciones producidas en un pastizal arbolado con rebollos (*Quercus pyrenaica* Willd.) por claras de distinta intensidad. *An. INIA, Ser Forestal*. Vol.9, 1985.
- SAN MIGUEL A., MONTERO G., MONTOTO J.L., 1984. Estudios ecológicos y silvopascícolas en un quejigal (*Quercus faginea* Lamk.) de Guadalajara. Primeros resultados. *An. INIA, Serie Forestal* 8, 153-164.
- SAN MIGUEL A., CAÑELLAS I., MONTERO G., SERRADA R., 1995. Situación actual de la investigación forestal sobre las especies mediterráneas del género *Quercus* en España. IUFRO XX Congress. Tampere (Finland).
- SERRADA R., 1991. Los resalveos de conversión en monte bajo (*Quercus ilex* L., *Q. pyrenaica* Willd. y *Q. faginea* Lamk.) en Castilla-La Mancha. Los monte de Castilla-La Mancha, pp. 139-147. Servicio de Publicaciones de Castilla-La Mancha.
- SERRADA R., 2003. Apuntes de Selvicultura. EUIT Forestal. UPM. Madrid.
- SERRADA R., ALLUÉ M., SAN MIGUEL A., 1992. The coppice system in Spain. Current situation, state of art and major areas to be investigated. Arezzo, September 24-25 1992. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura* XXIII, 266-275. Arezzo.
- SERRADA R., BRAVO J.A., SÁNCHEZ I., ALLUÉ M., ELENA R., SAN MIGUEL A., 1996. Conversion into high forest in coppices of *Quercus ilex* subsp. *ballota* L.

- in Central region of Iberian Peninsula. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura 27, 149-160. Arezzo. Publicado en 1998.
- SERRADA R., BRAVO J.A., REVILLA C., 1998. Conversión de montes bajos. En La gestión sostenible de los bosques, Vol. 3. (199-224). Solsona, del 13 al 16 de mayo de 1996. Centre Tecnològic Forestal del Solsonés. Llérida.
- SMITH D.M., 1962. The practice of silviculture. John Wiley & Sons. New York. 578 pp.
- UGARTE J., VÉLAZ DE MEDRANO L., 1921. La encina y su explotación. Catecismos del agricultor y del ganadero. Calpe. Madrid. 32 pp.
- XIMÉNEZ DE EMBÚN J., 1977. El monte bajo. Ministerio de Agricultura. Madrid. 90 pp.
- ZULUETA J. de, MONTERO G., 1982. Posibilidades de mejora silvopascícola en montes bajos de quejigo (*Quercus faginea* Lamk). Efecto de los aclareos en la producción de bellota. An. INIA, Serie Forestal 6, 75-87. INIA. Madrid.