

# VARIABLES INFLUYENTES EN LA RESPUESTA REGENERATIVA VEGETATIVA A CORTO PLAZO DE *Quercus pyrenaica* Willd. TRAS INCENDIOS EN GALICIA

J.A. Vega, P. Pérez-Gorostiaga, M.T. Fontúrbel, A. Barreiro, C. Fernández y P. Cuiñas

*Departamento de Protección Ambiental.*

*Centro de Investigaciones Forestales y Ambientales de Lourizán. Xunta de Galicia.*

*Apdo. 127. 36080. Pontevedra.*

*jvega.cifal@siam-cma.org*

## Resumen

Aunque es conocida la capacidad de rebrote tras incendio de *Q. pyrenaica*, no se dispone de información sobre cómo esa respuesta puede verse modificada por la severidad del incendio y otros factores ambientales. Un estudio desarrollado en incendios recientes ocurridos en masas de *Quercus pyrenaica* en la provincia de Orense mostró que el 80% de las masas afectadas presentaban regeneración vegetativa post-incendio. La densidad media de brotes de raíz lateral fue generalmente muy alta (188.000 brotes/ha) en comparación con los de cepa (82.600 brotes/ha). En ambos casos, las características previas del arbolado (especialmente densidad y diámetro normal) fueron, generalmente, los factores encontrados aparentemente más influyentes en la regeneración, seguidos por el nivel de competencia con el matorral. La cobertura de los brotes de raíz lateral estuvo también más influenciada por las características de la masa, mientras que su altura fue más sensible a la competencia del matorral. En algunos casos de incendios de alta y baja intensidad no se produjo ninguna respuesta regenerativa. En la altura de los brotes de cepa, el efecto de la competencia de la vegetación fue menor. La respuesta de la regeneración a la severidad del incendio fue inferior de la esperada. Sin embargo, en aquellos sitios donde se observó respuesta vegetativa, la densidad media de brotes de raíz lateral pareció aumentar con el nivel de daño a la copa. El impacto del fuego en la cubierta orgánica del suelo pareció afectar negativamente a la densidad de brotes por cepa. Aunque *Q. pyrenaica* evidenció una fuerte resiliencia al fuego, su repetición frecuente podría provocar una degradación de sus bosques al convertirlos en formaciones arbustivas. Se requieren intervenciones selvícolas que impulsen su transformación en monte alto.

**Palabras clave:** rebrote; fuego; *Quercus*.

## INTRODUCCIÓN

Los robledales de cerqueiro o rebolo (*Quercus pyrenaica* Willd.) ocupan en Galicia aproximadamente unas 101.500 ha (Ministerio de Medio Ambiente, Tercer Inventario Forestal Nacional). Las masas puras más continuas y extensas se centran predominantemente en la provincia de Orense, con alrededor del 80% de las existencias. Estos bosques no han escapado a la acción de los incendios forestales en los últimos decenios que debido a las condiciones de mediterraneidad del clima de su hábitat, son, con frecuencia, particularmente intensos.

Las relaciones entre la regeneración del Género *Quercus* y el fuego, el papel evolutivo que este factor de perturbación ha jugado en el predominio de este Género en muchas zonas, y la ventaja adaptativa que el rebrote supone frente a otras especies, están mereciendo una atención continuada (p. ej., HUDDLE & PALLARDY, 1988; ABRAMS, 1992; GROESH et al., 1995; KRUGER & REICH, 1997; BROSE et al., 1998; CAIN & SHELTON, 2000).

En relación a *Quercus pyrenaica*, se conoce bien la dinámica post-incendio de las comunidades vegetales de las que forma parte, especialmente en el ámbito carpetano-ibérico-leonés. En general, reaccionan al fuego por un proceso de autosucesión (CALVO et al., 1991; TÁRREGA et al., 1993, 1996), presentando una gran resiliencia a esta perturbación. TÁRREGA et al. (1990) y CALVO et al. (1999) han construido un modelo de sucesión post-fuego para estas comunidades. Con frecuencia, en formaciones bien conservadas muchos individuos arbóreos sobreviven al fuego y el bosque se reconstruye completamente cuatro o cinco años después (TÁRREGA y LUIS, 1989). Sin embargo, en etapas de matorral de *Q. pyrenaica*, los fuegos repetidos provocan una degradación de la comunidad y la especie tiende a perpetuarse bajo forma de leñosas bajas (TÁRREGA et al., 1990).

Sin embargo, continúa existiendo un déficit de información sobre los factores más influyentes en la regeneración vegetativa de *Q. pyrenaica* tras incendio, especialmente en relación a cómo el grado de severidad del fuego puede afectar a esa respuesta.

El objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta regenerativa vegetativa de *Q. pyrenaica*, a corto plazo tras incendio, explorando alguno de los factores determinantes en ese proceso en masas del SE de Galicia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Dentro de las áreas de *Q. pyrenaica* afectadas por incendios en los años 2000 y 2001 se eligieron cinco sitios representativos en la provincia de Ourense. En cada uno se seleccionó un número variable de parcelas, reflejando incendios de distinto nivel de severidad y afectando a arbolado de diferentes características. En total se instalaron 34 parcelas.

El seguimiento de la regeneración y la vegetación acompañante se realizó entre los 8.4 y 13.6 meses después del fuego.

En las parcelas (circulares de 5 m de radio), se dispusieron dos transectos siguiendo dos diámetros perpendiculares (con orientación N-S y E-O, respectivamente). En cada parcela, se midieron la altitud, orientación, pendiente y la profundidad aparente del suelo (estimada mediante la introducción de un jalón), cada 2 metros, siguiendo los transectos. En cada uno de ellos se situó, a cada metro, un cuadro de 30 cm x 30 cm donde se estimó ocularmente el porcentaje de superficie cubierta con piedras de longitud > 2 cm y se midió, en cuatro puntos, el espesor de la hojarasca caída del arbolado y la de mantillo remanente, ambos después del incendio. Con los datos de pendiente y orientación, se calculó el índice teórico de radiación de GANDULLO (1974) que combina ambas variables.

En los árboles de *Q. pyrenaica* presentes en la parcela se midieron el diámetro normal en cruz, la altura total, altura inicio de la copa, anchura de copa, las alturas máximas de chamuscado del tronco y de soflamado de la copa. Se utilizaron dos indicadores de severidad del daño a copa producidos por el fuego. El primero, el ratio de copa chamuscada, definido como el cociente entre la longitud soflamada y la total de la copa. Se consideró también un índice de severidad con 4 valores: 1) Individuos con longitud de copa soflamada  $\leq$  la mitad inferior de la longitud de copa. 2) Idem con  $\geq$  mitad inferior de la longitud de copa. 3) Copa soflamada en toda su longitud. 4) Follaje completamente consumido por el fuego. Uno de esos niveles fue asignado a cada árbol, obteniéndose un valor medio por parcela.

Se contó el número de brotes de raíz cuyo diámetro basal estuviera dentro de una faja de 10 cm de ancho a cada lado del eje del transecto, midiéndose su altura. Se midió la longitud del transecto cortado por la proyección vertical de los brotes de raíz de *Q. pyrenaica*, de las especies vegetales de leñosas bajas y las de herbáceas (incluyendo en ellas las gramíneas y pteridófitos), y la altura de cada uno de estos grupos, obteniéndose así el porcentaje de cobertura de cada uno de ellos. La altura ponderada del matorral en cada parcela fue obtenida por el producto de la altura media del mismo por la fracción de cobertura lineal en los transectos considerados. El diámetro basal de los árboles interceptados por los transectos fueron medidos, así como el número de brotes de cepa emergiendo de ellos y su altura.

Se emplearon técnicas bi y multivariantes para analizar las posibles relaciones entre los parámetros biométricos de los brotes de raíz lateral y de cepa de *Q. pyrenaica* con los relativos a las características del arbolado, sitio, severidad del incendio y competencia interespecífica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características del sitio y severidad del fuego

En las Tablas 1 y 2 se resumen las características medias del arbolado y las fisiográficas de las parcelas afectadas por incendios. En conjunto, predominaron las masas de alta densidad, muchas de ellas provenientes de perturbaciones repetidas (incendios, cortas continuas para leñas, etc.). En conjunto, los fuegos que chamuscaron completamente la copa del árbol (Tabla 3) o la consumieron fueron los más abundantes.

### Regeneración por rebrote de *Q. pyrenaica*

En el 80% de las masas afectadas por el fuego se produjo una respuesta de regeneración por rebrotes. La densidad media de los brotes de raíz lateral fue muy alta (180.000 brotes por ha) en comparación con los de cepa (82.000 brotes por ha), confirmando la conocida resiliencia al fuego

encontrada por otros autores (p. ej. CALVO et al., 1991, 1999; TÁRREGA y LUIS, 1989; TÁRREGA et al., 1990; 1993, 1996). La altura de los brotes (Tabla 3) de raíz y de cepa fue similar.

### **Vegetación competidora del regenerado**

Las especies leñosas más abundantes fueron *Ulex minor* y *U. europaeus*, *Cytisus striatus*, *Rubus sp.*, *Halimium alyssoides*, *Erica australis*, *Pterospartium tridentatum* y *Cistus salvifolius*. Su cobertura media era todavía relativamente baja (Tabla 5) cuando se hicieron los inventarios, aunque similar a la del regenerado del cerqueiro por raíces laterales (Tabla 4), lo mismo que su altura media. Las herbáceas presentaban algo más de cobertura, y una talla menor (Tabla 5), predominando las gramíneas (*Agrostis sp.*, *Holcus sp.* y *Pseudoarrenatherum sp.*) y *Pteridium aquilinum*.

### **Variables relacionadas con la regeneración vegetativa de *Q. pyrenaica***

#### *Brotos de raíces laterales*

La cobertura fue la variable que mostró (Tabla 6) un mayor número de correlaciones significativas con las restantes. La densidad del arbolado y la pedregosidad fueron las dos únicas variables que aparentemente se relacionaron positivamente con la cobertura de los brotes. Una mayor densidad del arbolado pudo suponer simplemente una disponibilidad más elevada de raíces para emitir brotes y, posiblemente también masas más jóvenes, con mayor vitalidad, o perturbaciones más recientes. La relación aparente positiva con la pedregosidad no resulta clara y posiblemente sólo refleje una mayor densidad del arbolado en sitios más pedregosos.

La disminución de la cobertura de los brotes con el diámetro del arbolado podría ser simplemente consecuencia de la colinealidad negativa entre densidad y diámetro del arbolado ( $r^2 = 0.478$ ), o bien indicar mayor potencial de rebrote en masas más jóvenes.

Inesperadamente (Tabla 6), ninguna de las variables indicativas de la severidad del fuego parecieron estar relacionadas con la altura, densidad y cobertura de los brotes de raíz lateral. La falta de respuesta frente al impacto del fuego en el suelo, podría estar motivada por una eficiente protección de las yemas durmientes de las raíces. La variabilidad de la respuesta creció con el nivel de daño a la copa; de hecho, se tuvieron en el nivel más alto de severidad, tanto ausencia de emisión de brotes como los valores más altos de densidad de los mismos. Sin embargo, también se observó falta de rebrote para incendios de baja severidad. Considerando sólo la población en la que se encontró presencia de brotes de raíz lateral (80% de los casos), el valor medio de la densidad de los brotes, en los diferentes niveles de daño a copa considerados, estuvo relacionado ( $r^2 = 0.914$ ,  $n = 4$ ,  $p < 0.05$ ) con el logaritmo del valor medio de esos niveles medios de severidad, sugiriendo, que, en su conjunto, la respuesta de emisión de brotes aumentó con el nivel de afectación de la copa.

La competencia con el matorral fue muy apreciable, a tenor de los coeficientes de correlación significativos y negativos (Tabla 6) con todos los parámetros de los brotes de raíz lateral, especialmente su cobertura y altura ponderada.

El aparente efecto positivo de la insolación sobre la altura de los brotes de raíz (Tabla 6) no resulta claro y podría estar relacionado con una mayor temperatura del suelo que estimulase su crecimiento. Sin embargo, la densidad de los renuevos pareció verse afectada negativamente, tal vez, por un mayor estrés hídrico. La profundidad del suelo resultó aparentemente negativa para la altura de los brotes. Posiblemente, un suelo más superficial había producido, antes del fuego, un sistema radical del arbolado más somero, facilitando así el crecimiento de los brotes.

Las ecuaciones de regresión múltiple obtenidas (Tabla 7), relacionando características de los brotes de *Q. pyrenaica* de raíces laterales y otras variables, mostraron influencias de las características del arbolado y del matorral junto a otras del sitio, confirmando la falta de influencia aparente de los parámetros relativos al daño por el fuego en la copa, tronco o algún indicador de la severidad del fuego en el suelo. Esto último estaría de acuerdo con lo hallado por MALANSON & TRABAUD (1988) en *Q. coccifera*, quienes encontraron que la emisión de brotes en esa especie no estaba relacionada con la severidad del fuego, mientras lo estaba con las características de la masa, observación coincidente con la de nuestro estudio.

#### *Brotos de cepa*

La densidad del arbolado se relacionó positivamente (Tabla 6) con la altura media de los brotes de cepa, a diferencia de lo observado en la altura de los brotes de raíces laterales que no mostró

ninguna conexión aparente con esta variable. La razón de esta distinta respuesta no resulta clara. Puede que una mayor densidad, al implicar mayor competencia de arbolado, favoreciera una respuesta tendente a asegurar una rápida posición de ventaja de los brotes emitidos desde las cepas de los árboles afectados. La densidad de brotes de cepa por parcela mostró, en cambio, el mismo tipo de relación con el diámetro normal que la densidad de brotes de raíces laterales. La densidad de brotes por cepa no pareció verse afectada por el diámetro de ésta pero creció cuando aumentó la densidad del arbolado.

Cuanto menos mantillo remanente hubo después del incendio, el número de brotes por cepa fue mayor, y la altura media de esos brotes creció. Esta respuesta, aparentemente positiva, a un mayor impacto del fuego en el suelo no fue observada para los brotes de raíz lateral, quizá porque las yemas en ese caso estaban más protegidas. Lo anterior sugiere que la severidad del efecto en el suelo puede estimular la emisión y altura de estos brotes del cuello de la raíz del arbolado. Sin embargo, esa respuesta pareció tener un límite, puesto que hubo parcelas severamente afectadas por el fuego donde el arbolado no reaccionó. Por otro lado, esas emisiones podrían representar una estrategia para superar un nivel de daño muy pronunciado en el individuo. No se observaron relaciones con los restantes indicadores de severidad.

Los brotes de cepa también reaccionaron de forma negativa, como los de raíz, a la cobertura de matorral y la conjunta de los estratos de leñosas bajas y herbáceas, aunque generalmente, de forma más débil. Tampoco se vieron afectados por la profundidad del suelo, si bien la pedregosidad superficial pareció estimular la emisión de brotes/cepa y su densidad total en la parcela.

En cuanto a las ecuaciones obtenidas por regresión lineal múltiple (Tabla 8), la altura media de los brotes de cepa estuvo fuertemente influenciada por el tiempo transcurrido desde el incendio (72.5% de variabilidad explicada) de forma positiva, mientras la cobertura total de vegetación de sotobosque (relación negativa) absorbió un 11% (ecuación I). Esta respuesta fue algo diferente a la de los brotes de raíz en donde el parámetro dominante fue la competencia por la cobertura del matorral, influyendo muy secundariamente, el tiempo desde el incendio. Es posible que los brotes de cepa contaran con un mayor aporte de carbohidratos, nutrientes y agua que los provenientes de las raíces laterales, en su lucha con el matorral y herbáceas; si bien la semejanza de altura entre los dos tipos de brotes parece sugerir que la menor influencia de la competencia con el matorral observada podría deberse a una inferior presencia pre-fuego del matorral junto al tronco. La densidad de brotes de cepa estuvo obviamente determinada en primer lugar por la densidad del arbolado en la parcela, que absorbió alrededor de un 41% de la variabilidad de la variable dependiente (ecs. II y III).

Para el número medio de brotes del cuello de la raíz de *Q. pyrenaica* emitidos por cepa, la densidad de la masa explicó el 26.2% de su variabilidad, pero también el espesor del mantillo remanente aportó (ec. IV) un 10% de explicación. Su signo negativo refuerza lo encontrado en las relaciones bivariantes.

## CONCLUSIONES

En conjunto, la respuesta vegetativa inicial post-incendio, en cuanto a cobertura y densidad de los brotes de *Q. pyrenaica* estuvo dominada por la densidad y diámetro de la masa inicial y, en bastante menor medida, por la competencia de la vegetación de matorral y herbáceas. Masas más jóvenes, o procedentes de una perturbación más reciente, y de mayor densidad, dieron lugar a los regenerados más densos, mientras que rodales de árboles de mayor edad y menor densidad, generalmente produjeron regenerados de menor cobertura y densidad de brotes. Sin embargo, la altura de los brotes estuvo más influida por la competencia del matorral emergente tras el fuego y características del sitio que por la densidad y tamaño del arbolado inicial.

En ambos casos, inesperadamente, las características del incendio no parecieron ser determinantes en el proceso de regeneración vegetativa, ya que, la ausencia de regeneración por brotes laterales se observó tanto en incendios de baja intensidad como en los más severos. Una vez, que la emisión de brotes se produjo, su densidad pareció aumentar con la severidad del daño a la copa. Los brotes de cepa fueron relativamente sensibles a la severidad del fuego en el suelo.

Lo anterior confirma la resistencia y resiliencia de los bosques de *Q. pyrenaica* al fuego, pero también la facilidad para degradarse su estructura y convertirse en formaciones semiarbusivas tras incendios repetidos. Esto último plantea la necesidad de actuaciones selvícolas tempranas tras el incendio para reducir el peligro e intensidad de nuevos fuegos, junto a su transformación en monte

alto, al favorecerse la reproducción sexual en detrimento de la vegetativa.

### **Agradecimientos**

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto “Efectos do lume, luz e auga sobre a dinámica de *Quercus robur* L. e *Quercus pyrenaica*, Willd. en Galicia: modelos e aplicacións (PGIDT00MAN5002PR)” de la Secretaría Xeral de Investigación e Desenvolvemento de la Xunta de Galicia. Agradecemos a Antonio Arellano y José R. González su trabajo de inventario y mediciones en campo.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- ABRAMS, M.D.; 1992. Fire and the development of oak forest. *Bioscience*. 42: 346-353.
- BROSE, P.; VAN LEAR, D. & COOPER, R.; 1999. Using shelterwood harvests and prescribed fire to regenerate oak stands on productive upland sites. *For. Ecol. Manage.* 113 (2-3): 125-141.
- CAIN, M.D. & SHELTON, M.G.; 2000. Survival and growth of *Pinus echinata* and *Quercus* seedlings in response to simulated summer and winter prescribed burns. *Can. J. For. Res.* 30(11): 1830-1836.
- CALVO, L.; TÁRREGA, R. y LUIS, E.; 1990. Regeneration in *Quercus pyrenaica* ecosystem after surface fires. *International Journal of Wildland Fire*. 1(4): 205-210.
- CALVO, L.; TÁRREGA, R. y LUIS, E.; 1999. Post-fire succession in two *Quercus pyrenaica* communities with different disturbance histories. *Annals of Forest Science*. 56(5): 441-447.
- GANDULLO, J.M.; 1974. Ensayo de evaluación cuantitativa de la insolación en función de la orientación y de la pendiente del terreno. *An. INIA./Ser. Rec. Nat.* 1: 95-107.
- GROESCHL, D.A.; JOHNSON, J.E.; SMITH, D.W. & EDWARDS, M.B.; 1994. Effects of a summer wildfire on site conditions and vegetation in a mixed oak forest in Virginia. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. SRS-1.
- HUDDLE, J.A. & PALLARDY, S.G.; 1999. Effects of fire on survival and growth of *Acer rubrum* and *Quercus* seedlings. *For. Ecol. Manage.* 118: 49-56.
- KRUGER, E.L. & REICH, P.B.; 1997. Responses of hardwood regeneration to fire in mesic forest opening. I. Post-fire community dynamics. *Can. J. For. Res.* 27: 1822-1831.
- MALANSON, G.P. & TRABAUD, L.; 1988. Vigour of post-fire resprouting by *Quercus coccifera* L. *Journal of Ecology*. 76(2): 351-365.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE.; 2001. Tercer Inventario Forestal Nacional 1997-2006. Galicia.
- TÁRREGA, R. y LUIS, E.; 1989. Time-course analysis during three consecutive years of the initial phases of post-fire regeneration in oak forest in the province of Leon. *Studia Oecologica*. 6: 205-216.
- TÁRREGA, R. ; CALVO, L. y LUIS, E.; 1990. Comparative study of the floristic composition in the post-fire regeneration of *Quercus pyrenaica* ecosystems. *Acta Botanica Malacitana*. 15: 331-339.
- TÁRREGA, R. ; LUIS, E.; MARCOS, E. y GALLARDO, J.F.; 1993. Exchange in the soil and the relation with vegetation in post-fire regeneration of oaks. *Actas 12 Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo*: 1768-1775.
- TÁRREGA, R. ; LUIS, E. y MARCOS, E.; 1996. Relationship between soil changes and plant

succession in postfire regeneration of *Quercus pyrenaica* ecosystems. *Arid Soil Research and Rehabilitation*. 10(1): 85-93.

VALBUENA, L. y TÁRREGA, R.; 1998. The influence of heat and mechanical scarification on the germination capacity of *Quercus pyrenaica* seeds. *New Forests*. 16(2): 177-183.

Tabla 1. Características medias dendro y dasométricas iniciales de las parcelas de *Q. pyrenaica* afectadas por incendios. (Rango de variación, entre paréntesis).

Area basimétrica, m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	Densidad, arbol.ha <sup>-1</sup>	Diámetro normal, cm	Altura árbol, m	Altura inicio copa, m	Ancho copa, m	longitud copa x ancho copa, m <sup>2</sup>
19.8 (2.9-71.1)	3060 (255-8276)	11.3 (4.0-31.1)	6.4 (2.5-11.9)	2.4 (0.9-5.2)	2.7 (1.0-5.8)	12.7 (1.4-52.8)

Tabla 2. Características medias fisiográficas de las parcelas (Rango de variación, entre paréntesis).

Altitud, m	Pendiente, %	Orientación, °N	Coef. Insolación Gandullo	Profundidad suelo, cm	Pedregosidad, %
909 (638-1290)	21.0 (1.7-42.4)	(20-330)	0.97 (0.60-1.21)	36.9 (12.3-85.5)	8.1 (0.0-32.5)

Tabla 3. Características medias de severidad del fuego. (Rango de variación, entre paréntesis).

Altura chamuscado tronco, m	Altura media soflamado copa, m	Altura máxima soflamado, m	Longitud copa soflamada, m	Índice de daño a la copa	Ratio longitud copa soflamada	Espesor mantillo remanente, cm	Espesor hojarasca caída, cm
4.1 (1.0-11.4)	5.4 (1.6-11.4)	8.4 (2.5-16.8)	3.1 (0.7-7.6)	3.0 (1.25-4.0)	0.9 (0.3-1.0)	1.6 (0.0-4.4)	1.8 (0.4-5.1)

Tabla 4. Características medias de los brotes de *Q. pyrenaica*, entre 8.4 y 13.6 meses después del incendio.

Brotes de raíces laterales				Brotes de cepa			
Cobertura lineal, %	Altura, cm	Altura ponderada x cobertura, cm	Densidad de brotes, 100 m <sup>2</sup>	Altura, cm	Densidad brotes/cepa, nº brotes/cepa	Densidad brotes, nº brotes/parcela	Densidad cepa, 100 m <sup>2</sup>
20.2 (0.0-82.6)	33.8 (0.0-67.3)	33.8 (0.0-72.8)	1880 (0-6433)	33.9 (0.0-93.0)	14 (0-147)	346 (0-2205)	59 (0-373)

Tabla 5. Características medias de la vegetación de matorral y herbáceas, entre 8.4 y 13.6 meses después del incendio. (Rango de variación, entre paréntesis).

	Cobertura lineal, %	Altura, cm	Altura ponderada x cobertura, cm
<b>Leñosas bajas</b>	18.2 (0.8-62.0)	35.4 (6.5-83.7)	34.9 (6.5-76.7)
<b>Herbáceas</b>	36.2 (8.1-75.5)	27.7 (10.4-53.4)	32.8 (8.6-66.6)
<b>Total</b>	54.9 (8.2-100.0)	31.0 (11.6-64.0)	33.6 (13.1-66.9)

Tabla 6. Coeficientes de correlación simple ( r ) entre características de los re brotes de *Quercus pyrenaica* y otros parámetros. (n = 34; r > 0.330, p < 0.05; r > 0.424, p < 0.01; r > 0.526, p < 0.001).

a) Brotes de raíces laterales.

	den	dn	rCs	Is	eFH	hcht	cm	ct	IG	ps	pd	ndi
Cobertura (CbrQ)	0.756	-0.534	ns	ns	ns	ns	-0.609	-0.680	ns	ns	0.351	ns
Altura media (AmbrQ)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0.475	ns	0.455	-0.452	ns	0.443
Altura ponderada (ApbrQ)	0.554	-0.368	ns	ns	ns	ns	-0.635	-0.448	ns	-0.448	ns	ns
Densidad (DbrQ)	0.619	-0.598	ns	ns	ns	ns	-0.408	-0.522	-0.341	ns	ns	ns

b) Brotes de cepa.

	den	dn	rCs	Is	eFH	hcht	cm	ct	IG	ps	pd	ndi
Altura media	0.405	ns	ns	ns	-0.584	ns	ns	-0.486	0.435	ns	ns	0.851

(AmbcQ) Densidad/ Parcela	0.641	-0.390	ns	ns	ns	ns	-0.353	-0.527	ns	ns	0.461	0.434
(DbcQ) Densidad/ Cepa	0.512	ns	ns	ns	-0.355	ns	ns	-0.428	ns	ns	0.550	ns
(DbcQc)												

den = Densidad del arbolado

cm = Cobertura matorral

ct = Cobertura total especies sotobosque

eFH = Espesor mantillo remanente

ps = profundidad suelo

pd = pedregosidad

dn = Diámetro normal del arbolado

rcs = Longitud de copa chamuscada/Longitud de copa

Is = Índice de daño a la copa del arbolado

IG = Coeficiente de insolación de Gandullo.

hcht = Altura chamuscado de tronco

ndi = nº de días después del incendio

Tabla 7. Ecuaciones obtenidas por regresión lineal múltiple ligando características de los brotes de *Quercus pyrenaica* de raíces laterales con otras variables.

Variable dependiente	Ecuación		N	r <sup>2</sup>	e.s.
CbrQ	CbrQ = 0.007 den + 29.32 IG -30.77	I	30	0.617	14.30
	CbrQ = 0.007 den - 0.37 ps + 12.32	II	30	0.608	14.40
	CbrQ = 0.005 den - 0.33 ct - 0.389 ps + 37.62	III	30	0.723	12.40
ApbrQ	ApbrQ = -0.718 cm - 0.737 ps + 72.574	IV	25	0.569	14.42
	ApbrQ = -0.693 cm - 0.726 ps + 0.090 ndi + 41.737	V	25	0.651	13.28
DbrQ	DbrQ = 0.441 den - 3786.8 IG - 26.09 ps + 5254.07	VI	31	0.516	1301
	DbrQ = -26.58 ct - 131.08 dn + 4913.60	VII	31	0.492	1309
	DbrQ = 0.510 den - 8.54 ndi + 3202	VIII	31	0.484	1319

Tabla 8. Ecuaciones obtenidas por regresión lineal múltiple ligando características de los brotes de *Quercus pyrenaica* de cepa con otras variables.

Variable dependiente	Ecuación		n	R <sup>2</sup>	e.s.
AmbcQ	AmbcQ = 0.33 ndi - 0.337 ct - 53.18	I	30	0.835	11.20
DbcQ	DbcQ = 0.122 den + 2.90 ndi + 15.40 ps - 1092	II	31	0.587	385.0
	DbcQ = 0.122 den - 6.04 ct + 304.5	III	31	0.474	427.0
DbcQc	DbcQc = 0.005 den - 5.24 eFH + 5.65	IV	31	0.362	22.0