

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO TRAS FUEGO DE ESPECIES FORESTALES DE GALICIA

Otilia Reyes y Mercedes Casal

Área de Ecología. Dpto. de Biología Fundamental. Fac. de Biología. Univ. de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela. 15701. España.

INTRODUCCIÓN

La recurrencia de fuegos en algunas zonas de Galicia es muy elevada y esta circunstancia podría estar dando lugar a cambios importantes a nivel de comunidad vegetal.

En esta publicación analizamos el efecto del fuego, tanto experimental como no controlado, en cuestiones relacionadas con el comportamiento reproductivo de distintas especies vegetales. El conocimiento de las respuestas de las plantas es una herramienta necesaria para llevar a cabo una gestión del fuego que permita el mantenimiento sostenido de los recursos forestales.

En Galicia se está llevando a cabo una importante labor en este sentido y ya disponemos de una considerable cantidad de información acerca de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas más representativas de comunidades forestales lo cual nos permite tener una idea más precisa de la dinámica de las poblaciones y comunidades después del fuego.

Hemos estudiado las estrategias regenerativas desde el punto de vista de los efectos del fuego sobre el banco de semillas, la capacidad germinativa, la apertura de frutos y la liberación de semillas y desarrollo de plántulas, teniendo en cuenta también otras características funcionales propias de cada especie como son los sistemas de dispersión, produc-

ción y tamaño de las semillas o capacidad de rebrote de cada una de ellas.

La presente revisión hace referencia a especies forestales de 8 familias diferentes, que incluyen herbáceas y leñosas: *Agrostis curtisii*, *Agrostis delicatula*, *Avenula marginata*, *Tuberaria guttata*, *Halimium alyssoides*, *Cistus psilosepalus*, *Daboecia cantabrica*, *Erica ciliaris*, *Erica umbellata*, *Calluna vulgaris*, *Adenocarpus complicatus*, *Ulex europaeus*, *Pinus pinaster*, *Pinus radiata*, *Pinus sylvestris*, *Eucalyptus globulus*, *Quercus robur*, *Quercus pyrenaica* y *Betula pendula*. Se expone la respuesta al fuego de las especies, en cada una de las fases señaladas en la Tabla 1, siguiendo un orden cronológico en el ciclo vital de las plantas utilizado por diversos autores (HARPER, 1977, GILL, 1981, TRABAUD, 1984, REYES, 1996).

FASE DE SEMILLA

1. Características de las semillas

De las especies citadas, las que tienen semillas con mayor peso y mayores dimensiones son las del género *Quercus*: *Q. robur* y *Q. pyrenaica* (4.67g y 3.77g, respectivamente); le siguen las del género *Pinus*, siendo las dimensiones de *P. pinaster* ($5.0 \cdot 10^{-2}$ g) mayores que las de *P. radiata* ($2.7 \cdot 10^{-2}$ g) y a su vez éstas superiores a las de *P. sylvestris*

Tabla 1.- Fases del ciclo vital de las plantas y características estudiadas en relación con el fuego

Fase de semilla	Fase de germinación	Fase de plántula	Fase adulta
características de las semillas	efectos de las altas temperaturas	capacidad de rebrote	capacidad de rebrote
producción de semillas	efectos de la ceniza		
sistemas de dispersión			
banco de semillas			

($1.9 \cdot 10^{-2}g$). De las especies restantes las que tienen semillas de menor peso ($<1 \cdot 10^{-3}g$) son las Ericáceas (*E. ciliaris*, *E. umbellata*, *E. cinerea*, *C. vulgaris*), *T. guttata*, *A. curtisii* y *A. delicatula*. En principio se espera que las semillas más grandes presenten más resistencia a la penetración del calor. Esta resistencia al fuego no depende únicamente del tamaño de la semilla, también está determinada por el tipo de cubierta de la semilla y por el tipo de protección que le proporcione el fruto o la infrutescencia. Así las semillas de *Pinus* y *Eucalyptus*, que tienen tamaños intermedios, están, sin embargo, bien protegidas por unas infrutescencias leñosas muy resistentes al calor. Las Leguminosas como *U. europaeus* y *A. complicatus* tienen una cubierta dura que las aísla parcialmente del calor. Las semillas de *Quercus* tienen cubierta dura pero apenas les supone protección ante el fuego y las Ericáceas, Gramíneas así como *B. pendula* no tienen cubierta dura ni fruto protector.

2. Producción de semillas

La producción de semillas es muy diferente entre especies y generalmente está en relación inversa con el peso de las semillas.

El género *Quercus* produce anualmente pocas semillas por planta madre, generalmente un número inferior a 1000 semillas, el género *Pinus* entre varios cientos y varios miles (GREENE & JOHNSON, 1994); el género *Eucalyptus*, en cambio, suele superar las 100000 semillas anuales por árbol (BURROWS & BURROWS 1992). En un estudio de la producción de semillas de *B. pendula* (REYES, 1996) en 4 poblaciones de Galicia hemos

registrado que durante 1994 se produjeron alrededor de 350.000 semillas/árbol.

3. Sistemas de dispersión de las semillas

Los sistemas de dispersión de las semillas de estas 19 especies se pueden agrupar en tres modelos diferentes. *P. pinaster*, *P. radiata*, *P. sylvestris* y *B. pendula* son dispersadas por el viento a largas distancias lo cual les permite colonizar espacios quemados aunque éstos estén lejos de la población de origen. Las semillas del género *Quercus* se dispersan por barocoria pero también alcanzan nuevas áreas cuando son transportadas por animales, por ejemplo los arrendajos (HARPER, 1977). Las demás especies dispersan sus semillas por un sistema de autocoria y esto, junto con el pequeño peso y tamaño de sus semillas, les permite desplazarse a larga distancia aunque menor que la alcanzada por las semillas de *Betula* o *Pinus*.

Los sistemas de dispersión que ofrecen mayor ventaja en ambientes propensos al fuego son la anemocoria y la autocoria porque permiten que las semillas de poblaciones no afectadas por el incendio invadan las zonas quemadas.

4. Banco de semillas

Los bancos de semillas de suelos de bosques están poco estudiados si se comparan con los bancos de campos de cultivo o de pastizales. Normalmente las semillas de árboles tienen poca viabilidad en el suelo y no forman bancos de semillas estables. Aún así, se han encontrado semillas de diversas especies

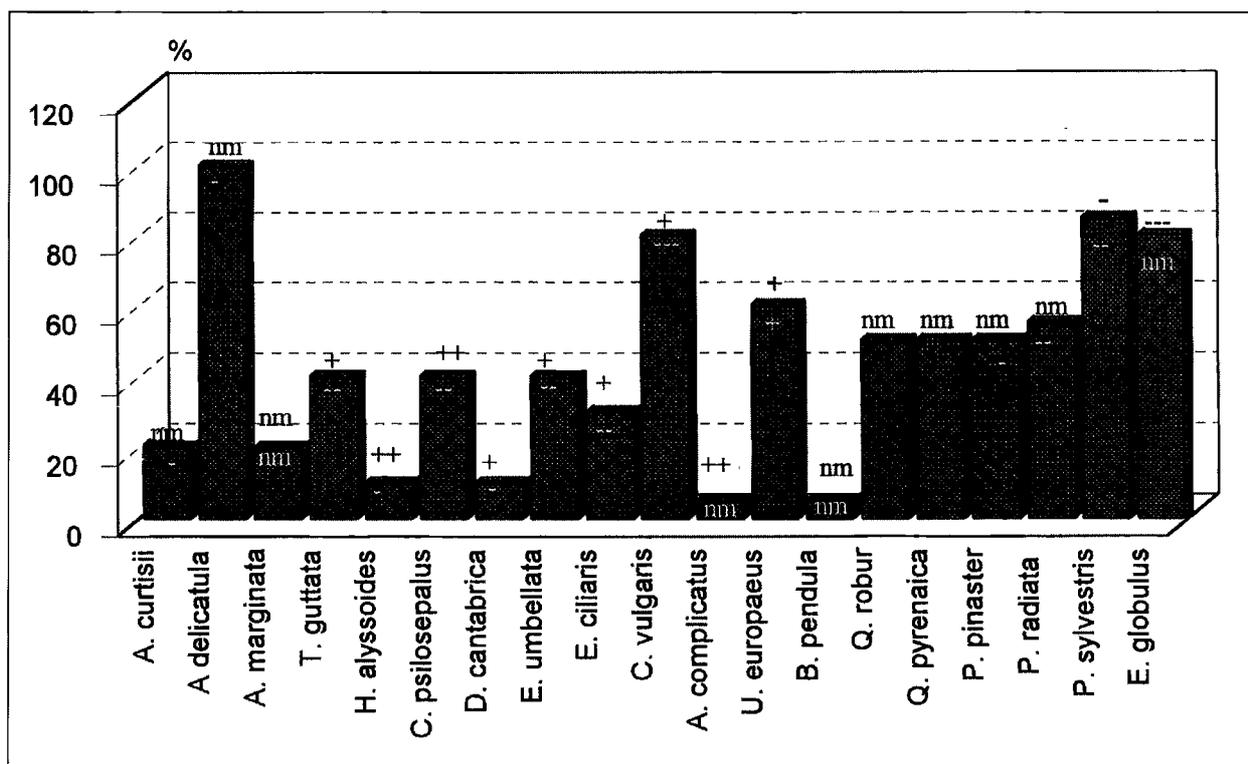


Figura 1. Tasa de germinación de cada especie. En negro se representan las modificaciones debidas a las altas temperaturas y en blanco las modificaciones debidas a la ceniza. (nm: no modificada; +: aumentada; -: disminuida)

de *Betula* enterradas en el suelo formando un banco persistente con un alto grado de remoción (WARR *et al.* 1994) y de este modo pueden actuar como reserva estable frente a la perturbación. Las especies herbáceas y arbustivas presentan un banco de semillas más o menos abundante. El incendio produce pérdidas en los bancos de semillas del suelo por quema y por erosión de semillas.

Los pinos y eucaliptos disponen de un banco de semillas aéreo. Gran parte de las especies de *Pinus* son serótinas y las semillas no son liberadas mientras que un incendio no provoque la apertura de los frutos (THANOS, 1989, SARACINO & LEONE, 1994).

Q. robur y *Q. pyrenaica* no disponen de banco de semillas ni aéreo ni en el suelo, pero en cambio poseen banco de plántulas, a partir del cual algunas podrán prosperar y dar lugar a individuos adultos.

De estos tres tipos de bancos de propágulos, el que presenta mayor ventaja frente a los incendios es el banco de semillas aéreo. El

banco de semillas del suelo también podrá ser una importante reserva de semillas para restituir las zonas quemadas, pero en el caso de *B. pendula* estimamos que este banco es poco abundante si se compara con el de otras especies, por ejemplo con especies de la familia de las Ericáceas (banco activo: >35000 semillas/m²).

FASE DE GERMINACIÓN

Cada especie tiene su propia tasa de germinación media (Figura 1), así por ejemplo *A. delicatula* tiene una tasa media de germinación del 100% y en *A. curtisii* esta tasa es del 20%. Dentro de las Ericáceas *C. vulgaris* presenta una tasa media del 80% y en cambio la de *D. cantabrica* es del 10% (GONZÁLEZ-RABANAL & CASAL, 1995). Entre los árboles las tasas medias de germinación también son muy diferentes, por ejemplo dentro de las siete especies que tenemos aquí los valores van desde el 5% en *B. pendula* al 85% en *P. sylvestris* (REYES, 1996). El valor de esta

tasa, propio de cada especie, es susceptible de ser aumentado o disminuido por efecto de algunos factores.

1. Efectos de las altas temperaturas sobre la germinación

Como se puede observar en la Figura 1 hay un número importante de especies a las que las altas temperaturas generadas durante un fuego no modifican significativamente su tasa de germinación; en otras resultan deprimidas y en un buen número de especies sobre todo Ericáceas y Leguminosas dichas tasas son aumentadas por ellas.

Hemos comprobado que los choques térmicos no estimulan ni deprimen la germinación de *P. pinaster*, *P. radiata* y *P. sylvestris* (REYES & CASAL, 1995), si las temperaturas o el tiempo de actuación no son muy elevados, de lo que deducimos que el único efecto de las altas temperaturas es deshidratar los tejidos de los conos provocando su apertura y la dehiscencia de las semillas. Al igual que en *Pinus* las altas temperaturas no estimulan la germinación de *E. globulus* (REYES & CASAL, 1994).

Frente a un incendio las semillas de *Quercus* no tienen ningún tipo de protección. Aunque hemos comprobado que temperaturas relativamente altas durante cortos períodos de tiempo no afectan a la germinación (REYES & CASAL, 1993), la deshidratación provocada por un incendio causaría la muerte de la mayoría de ellas. Las semillas de *B. pendula* tampoco disponen de protección frente al fuego y su germinación es reducida cuando la temperatura es muy alta o el tiempo de exposición prolongado.

Según GONZÁLEZ-RABANAL & CASAL (1995), las especies Cistáceas (*Tuberaria*, *Halimium* y *Cistus*) experimentan un incremento de la tasa de germinación a temperaturas altas. En las Ericáceas este aumento unas veces se produce a temperaturas medias y otras (*Calluna* y *Daboecia*) a altas. Las Leguminosas, en general, también suelen incrementar sus tasas de germinación por el efecto del calor alto. En el grupo de las

Gramíneas no se detectan diferencias significativas entre control y los tratamientos térmicos.

2. Efecto de las cenizas sobre la germinación

Tras un incendio el suelo queda cubierto de un lecho de ceniza más o menos grueso dependiendo de la intensidad del fuego y de la carga de combustible. Nuestros estudios (REYES *et al.* 1997, REYES & CASAL, 1998) han puesto de manifiesto o bien indiferencia o bien influencias negativas sobre la tasa de germinación, y solamente cuando las cantidades de cenizas eran muy grandes, en el caso de *P. pinaster*, *P. radiata* y *E. globulus* (Figura 1).

En Gramíneas y Cistáceas (GONZÁLEZ-RABANAL & CASAL, 1995) se produce un descenso de la tasa de germinación por efecto de la adición de ceniza, y este efecto es especialmente notable en las Ericáceas, por ejemplo *C. vulgaris* pasa de 78,2% de germinación en el control a hacerse cero en los tratamientos de ceniza.

FASE DE PLÁNTULA

1. Capacidad de rebrote después del incendio

La mayor parte de las especies de *Pinus* no poseen capacidad de rebrote y ninguna de las tres aquí estudiadas lo hacen, las otras 4 especies arbóreas estudiadas sí pueden rebrotar. Generalmente los tejidos jóvenes poseen mayor capacidad de rebrote que los adultos, pero ante un incendio, las plántulas son más susceptibles de quemarse completamente que los árboles adultos. La capacidad de rebrote estará en función del estado de las plántulas antes del incendio y de la intensidad del fuego.

El banco de plántulas de *Quercus* podría resistir el incendio si no es demasiado intenso y las plántulas podrían rebrotar y regenerar la población.

Las plántulas de las demás especies aunque

algunas de ellas poseen capacidad de rebrote en estado adulto, en estado de plántula son tan débiles que difícilmente podrían soportar un incendio y rebrotar tras él.

En la fase de plántula se han analizado varios efectos sobre la emergencia. En las especies arbóreas no se han encontrado cambios significativos, sin embargo en las especies arbustivas sobre todo en la familia de las Leguminosas el número de plántulas emergidas después de incendio es muy grande, llegándose a contabilizar 600 plántulas de *U. europaeus*/m² (PUENTES, 1985).

FASE ADULTA

1. Capacidad de rebrote después de incendio

Las poblaciones adultas de *Quercus* y de *Betula* no suelen sufrir incendios forestales en Galicia, por lo que no se ha observado la regeneración por rebrote de poblaciones enteras, sino únicamente de individuos aislados y en estos casos el rebrote se producía con más intensidad a partir de brotes basales que a partir de brotes epicórmicos.

En especies arbustivas inmediatamente después de un incendio la recuperación de la biomasa se produce casi de forma exponencial hasta que las plantas alcanzan cierto tamaño y el crecimiento se va frenando por competencia inter e intraespecífica (CASAL *et al* 1984). En los matorrales gallegos después de incendio, los tojos se recuperan mucho más rápidamente que los brezos: a los 14 meses de un incendio los tojos alcanzan biomasa de 499kg/ha y los brezos de 5kg/ha, a los 5 años alcanzan respectivamente 3893kg/ha y 935kg/ha; esta gran diferencia en la regeneración es debida a la reconstitución de las poblaciones de tojos fundamentalmente vía rebrote, mientras que las de brezos lo hacen sólo vía germinación.

COMUNIDAD Y CICLOS DE FUEGO

El conjunto de rasgos reproductivos nos permite comprender, y sirve también para predecir, las respuestas de poblaciones y

comunidades vegetales a perturbaciones causadas por fuegos.

Así por ejemplo, hemos comprobado que los incendios muy reiterados producen una pérdida de diversidad y una simplificación de la comunidad vegetal aérea, ya detectada por TRABAUD (1991) en ecosistemas mediterráneos. En nuestro caso, el seguimiento de un área experimental en el monte Pedroso (Santiago) incendiada en 1978 y quemada experimentalmente en 1988 y en 1996, nos permite señalar una tendencia de regeneración progresivamente menor del matorral y progresivamente mayor de las especies herbáceas.

Después del segundo fuego, a los 2 años de regeneración el componente arbustivo recubría el 70% del suelo (Ericáceas cubrían el 25% y *H. alyssoides* el 5%) y el componente herbáceo recubría el 15%, siendo la mayor parte cobertura de herbáceas vivaces.

Después del tercer fuego, también a los 2 años de regeneración, el componente arbustivo ocupaba el 50% (las Ericáceas cubrían sólo el 1% y *Halimium* el 4%), mientras que las herbáceas recubrían en ese momento el 60% y la mayoría correspondía a cobertura de herbáceas anuales, especialmente *A. delicatula*.

La repetición del fuego simplificó la comunidad a prácticamente una especie arbustiva (la que rebrota con mayor intensidad, en este caso *U. europaeus*, pero podría ocurrir lo mismo en otras zonas con *U. gallii* o *Erica australis*) y unas poblaciones herbáceas dominadas por especies anuales. La secuencia indica un desplazamiento hacia una comunidad más xérica y pobre y, en este sentido, cualquier desplazamiento de este tipo puede cambiar incluso las características de combustibilidad y por consiguiente el tipo de combustible que corresponde a la nueva comunidad generada después de incendios recurrentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURROWS, D.M. & W.H. BURROWS, Seed production and litter fall in some eucalypt com-

- munities in Central Queensland. *Australian Journal of Botany* **40**, pp: 389-403, 1992.
- CASAL, M., BASANTA, M. & GARCÍA-NOVO, F., La regeneración de los montes incendiados en Galicia, *Monografía* **99**, Servicio de Publicaciones, Universidad de Santiago de Compostela, 1984.
- GILL, A.M., Adaptative responses of Australian vascular plant species to fires. In: AM Gill, RH Groves y IR Noble (eds.) *Fire and the Australian biota*. Australian Academy of Science, Camberra 1981.
- GONZÁLEZ-RABANAL, F. & CASAL, M., Effect of high temperatures and ash on germination of ten species from gorse shrubland, *Vegetatio*, **116**, pp. 123-131, 1995.
- GREENE, D.F. & E.A. JOHNSON, Estimating the mean annual seed production of trees. *Ecology* **75**, pp:642-647, 1994.
- HARPER, J.L. *Population Biology of Plants*. Academic Press, London, 1977.
- PUNTES, M.A., PEREIRAS, J. & CASAL M., Dinámica de la población de plántulas (*Ulex europaeus* L.) tras incendio y su relación con la microtopografía, *Studia Oecologica* **IV**, pp.135-148, 1985.
- REYES, O., Estrategias regenerativas de especies arbóreas de ecosistemas forestales de Galicia en relación con incendios: análisis del comportamiento germinativo y de la demografía de plántulas. *Tesis Doctoral*. Universidad de Santiago de Compostela, 1996.
- REYES, O. & M. CASAL. Incidencia de los choques térmicos sobre la germinación de *Quercus robur* y *Quercus pyrenaica*. I Congreso Forestal Español. *Lourizán* **93**, Tomo **II**, pp:283-288,1993.
- REYES, O. & CASAL, M., Germinación de abedul y eucalipto bajo los efectos de incendio forestal, *Studia Oecologica*, **X-XI**, pp. 371-377, 1994.
- REYES, O. & CASAL, M., Germination behaviour of three species of the genus *Pinus* in relation to high temperatures suffered during forest fires, *Annales Sciences Forestieres*, **52**, pp.385-392, 1995.
- REYES, O. CASAL, M. & TRABAUD, L., The influence of population, fire and time of dissemination on the germination of *Betula pendula* seeds. *Plant Ecology* **133**(2), pp. 201-208, 1997.
- REYES, O. & CASAL, M., Germination of *Pinus pinaster*, *P. radiata* and *Eucalyptus globulus* in relation to the amount of ash produced in forest fires, *Annales des Sciences Forestières* **55**, pp:837-845, 1998.
- THANOS, C.A., CHRISTODOULAKIS, D. & YANNITSAROS, A., Early regeneration of *Pinus brutia* forest ecosystems of Samos island (Grece). *Acta OEcologica /OEcologia Plantarum* **10**(1), pp:79-94, 1989.
- TRABAUD, L., Fire adaptation strategies of plants in the French Mediterranean region. In: NS Margaris, M Arianoutsou-Faraggitaki & WC Oechel (Eds.) *Being alive in land*. Dr W Junk Publishers, La Haya, 63-69,1984.
- TRABAUD, L., Fire regimes and phytomass growth dynamics in a *Quercus coccifera* garrigue. *Journal of Vegetation Science* **2**, pp: 307-314, 1991.
- WARR, S. J., KENT, M. & THOMPSON, K., Seed bank composition and variability in five woodlands in south-west England. *Journal of Biogeography* **21**, pp: 151-168, 1994.