

EFFECTOS DEL FUEGO SOBRE LA GERMINACIÓN DE VARIAS ESPECIES LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS

M. CASAL, S. PRADO, O. REYES & M. RIVAS

Área de Ecología, Dpto. de Biología Fundamental, Fac. de Biología, Universidad de Santiago de Compostela. Campus Sur 15782 Santiago de Compostela

RESUMEN

El fuego es un factor ambiental que incide con una alta frecuencia en Galicia y afecta tanto a masas forestales como a amplias áreas de matorral. Los incendios forestales generalmente destruyen la parte aérea de la vegetación y entonces la regeneración del área perturbada depende en gran medida de las semillas almacenadas en el suelo; sin embargo, el fuego también puede afectar a las semillas enterradas y modificar su respuesta germinativa.

En este estudio se ha tratado de comprobar los efectos del fuego sobre la respuesta germinativa de tres especies de leguminosas muy abundantes en los ecosistemas forestales de Galicia: *Ulex europaeus*, *Ulex gallii* y *Adenocarpus lainzii*.

A. lainzii es una especie endémica del N.O. de la Península Ibérica y de ella se han estudiado dos poblaciones distintas, una procedente del Sur de Galicia (Caldas de Reis, Pontevedra) y otra del Centro (Ames, Santiago de Compostela).

Se han analizado, por un lado, los efectos de las altas temperaturas, y por otro, los efectos del humo de incendios, o de quemas controladas, sobre la germinación de las semillas de estas tres especies. Los tratamientos ensayados han sido: Control, 80°C-5 min, 80°C-15 min y Humo.

En los resultados obtenidos se observan diferencias muy importantes entre las tasas obtenidas por *U. gallii* y *U. europaeus* y las alcanzadas por las semillas de las dos poblaciones de *A. lainzii*. Las tasas de las dos especies de *Ulex* son más altas que las de cualquiera de las poblaciones de *A. lainzii*. *U. gallii* es la especie cuya germinación resulta más estimulada por los tratamientos de fuego, especialmente por los tratamientos térmicos. *U. europaeus* y *A. lainzii* no manifiestan, en los tratamientos de fuego, tasas de germinación muy diferentes a las obtenidas en el Control.

P.C.: germinación, fuego, *U. gallii*, *U. europaeus*, *A. lainzii*.

RESUMEN

The fire is an environmental factor that is highly frequent in Galicia and that affects tree masses as well as shrubland areas. The forest fires usually destroy the aerial part of vegetation, so that the regeneration of the perturbed area depends greatly upon the soil seed bank. Nevertheless, fire can also affect the buried seeds and modified their germinative response.

In this study we have attempted to test the effects of fire on the germinative response of three leguminous species abundant in the Galician shrubland ecosystems: *Ulex europaeus*, *Ulex gallii* and *Adenocarpus lainzii*.

A. lainzii is an endemic species from N.W. of the Iberic Peninsula, of which two different populations have been studied, one from the South of Galicia (Caldas de Reis, Pontevedra) and another from the Centre (Santiago de Compostela).

We have analysed, on the one hand, the effects of high temperatures and, on the other hand, the effects of smoke from forest fire or prescribed burning, on the seed germination of these species. The treatments applied have been: Control, 80°C-5min, 80°C-15min and Smoke.

From the obtained results it can be seen important differences between the rates achieved by *U. gallii* and *U. europaeus* and those achieved by both populations of *A. lainzii*. The rates of both *Ulex* species are higher than any of the populations of *A. lainzii*. *U. gallii* is the species whose germination result furthest stimulated by the fire treatments, specially by thermal treatments. *U. europaeus* and *A. gallii* do not show, in the fire treatments, rates of germination different from those obtained in Control.

K.W.: germination, fire, *U. gallii*, *U. europaeus*, *A. lainzii*.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el abandono paulatino de los cultivos no rentables, la simplificación ganadera y los incendios frecuentes han propiciado la expansión del matorral en las zonas deforestadas.

Según los datos aportados en el Plan Forestal de Galicia por la Consellería de A.G.M.(1992), de la superficie total de Galicia (2926239ha) dos tercios están dedicados a monte (1879892ha), de los cuales 957031ha corresponden a monte arbolado,19045ha a monte hueco y riberas, y el resto monte raso, constituido fundamentalmente por matorral, ecosistema en el cual cabe destacar por su aportación en biomasa, el grupo de las especies leguminosas arbustivas.

Los incendios forestales (junto con talas masivas, grandes movimientos de tierras en obras

públicas, explotaciones areneras o canteras, etc.) producen uno de los impactos ecológicos más importantes en Galicia. La gran cantidad de incendios provocados, unido a la combustibilidad de las especies utilizadas en las repoblaciones, principalmente pinos y eucaliptos, han causado que entre los años 1969 y 1999 ardiera el 71.35% de la superficie forestal gallega.

La regeneración del medio natural tras un incendio depende fundamentalmente de las especies presentes y de sus características regenerativas. Las leguminosas suelen tener capacidad para rebrotar, además de producir semillas con cubiertas duras resistentes al fuego. Algunas de las características regenerativas de las especies estudiadas, *Ulex europaeus* L., *Ulex gallii* Planchon, *Adenocarpus lainzii* Castrov. (Castrov.), han sido consideradas adaptaciones al fuego en el sentido de TRABAUD (1987). *A. lainzii* es una especie especialmente interesante por ser endémica del NO de la Península Ibérica. *U. gallii* se distribuye por el O de Europa, pero su distribución en la Península se restringe al NO y *U. europaeus* presenta una distribución atlántica. Además se han elegido estas especies por su abundancia y dominancia en ecosistemas gallegos.

Las tres especies presentan como vías regenerativas la reproducción vegetativa y la germinación. En este trabajo nos hemos centrado en determinar la respuesta germinativa en *U. europaeus*, *U. gallii* y *A. lainzii*, ante altas temperaturas y humo, simulando condiciones de incendio.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material biológico utilizado fueron semillas de *U. europaeus*, *U. gallii* y *A. lainzii*. La recolección se realizó en comunidades naturales ubicadas en Monte Pedroso (Santiago de Compostela) a finales de Febrero de 2000 para *U. gallii* y en Julio de 2000 para *U. europaeus*. Las semillas de *A. lainzii* se recolectaron en dos poblaciones, localizadas en Caldas de Reis (Pontevedra) y en Ames (Santiago de Compostela) en los meses de Septiembre y Octubre de 2000 respectivamente. Este material fue guardado en pequeños paquetes en condiciones de laboratorio hasta su utilización.

Para analizar la respuesta germinativa de estas especies a los efectos del fuego se realizaron los siguientes tratamientos: Control, 80°C-5min, 80°C-15min y Humo. Las temperaturas seleccionadas se corresponden con las registradas, a distintas profundidades durante los incendios forestales naturales y experimentales, por DEBANO *et. al.* (1978), TRABAUD (1989) y VALETTE *et. al.* (1994).

Para la aplicación de los choques térmicos se utilizó una estufa de aire forzado. Se introdujeron las semillas de cada especie, por separado, manteniéndolas el tiempo correspondiente en cada tratamiento. La aplicación del tratamiento Humo se realizó con la ayuda de un aplicador de humo (Fume 2000) basado en la metodología propuesta por DE LANGE & BOUCHER (1990) y seguida por varios autores. El aparato consta básicamente de un generador de humo, un tubo de refrigeración y una tienda receptáculo de humo (Foto 1). Las semillas se introdujeron en la tienda cuando ésta estaba saturada de humo y se mantuvieron en estas condiciones durante 5 minutos.



Foto 1. Vista general del aplicador de humo (Fume 2000)

Se hicieron 10 réplicas de 25 semillas para cada tratamiento, a excepción de la especie *U. europaeus* en la que el número de réplicas ha sido 9 (por escasez de semillas). Para las tres especies se utilizaron placas Petri de 9 cm de diámetro. En cada placa se colocaron dos papeles de filtro poroso de celulosa como sustrato. Una vez realizados los tratamientos y la siembra de las semillas se les aplica agua en saturación a lo largo del desarrollo del experimento. La emergencia de las plántulas se registró cada dos días durante casi cuatro meses, desde Octubre de 2000 hasta Febrero de 2001. El criterio de germinación fue el de la emergencia de una radícula de 2mm descrito por CÔME en 1970.

El tratamiento estadístico de los datos consistió en un Análisis de la Varianza; tras el cual se llevó a cabo un Test de Tukey para comprobar a que tratamientos eran debidas las diferencias detectadas. En el caso de las dos especies de *Ulex* se ha utilizado un ANOVA de una vía para cada especie y en el caso de *A. lainzii* al ser dos poblaciones de la misma especie, uno de dos vías.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos muestran que los porcentajes de germinación Control en las tres especies, son bajos. En algún tratamiento ese valor aumenta, pero sin llegar a ser elevado en ningún caso. Ambos *Ulex* presentan siempre mayor germinación que *A. lainzii*. Los porcentajes de germinación se muestran en la Tabla 1.

Los porcentajes de germinación en *U. gallii* son muy similares en el Control y con Humo (14.80 y 16.00% respectivamente) y más elevados en los tratamientos 80°C-5min y 80°C-15min (51.20 y 44.80 % respectivamente)

U. europaeus sin embargo, presenta una tasa germinativa ligeramente superior en los tratamientos Térmicos y con Humo respecto al Control.

Los porcentajes de germinación de *A. lainzii* en general son bajos y son ligeramente inferiores y muy similares en el tratamiento 80°C-15min en ambas poblaciones.

Tabla 1

	Control	80°C-5min	80°C-15min	Humo
<i>Ulex gallii</i>	14.80	51.20	44.80	16.00
<i>Ulex europaeus</i>	12.44	24.00	20.00	21.77
<i>A.lainzii.Caldas</i>	4.40	5.20	2.40	7.20
<i>A.lainzii.Ames</i>	2.80	4.00	2.00	3.60

Porcentajes de germinación para cada especie o población en cada uno de los tratamientos.

Como resultado del ANOVA se puso de manifiesto que las diferencias entre los tratamientos no son significativas en *U. europaeus* así como en las dos poblaciones estudiadas de *A. lainzii*. Por lo tanto los choques térmicos y el Humo no producen ninguna respuesta germinativa (estimuladora o inhibitoria) en estas especies.

Únicamente en *U. gallii* las diferencias entre los tratamientos son altamente significativas ($p < 0.0001$). Con el Test de Tukey se comprobó que estas diferencias son debidas a los tratamientos Control y con Humo, que se parecen entre sí, y que se separan de 80°C -5min y 80°C- 15 min, los cuales, exhiben las tasas de germinación más altas.

Con respecto a la distribución temporal de la germinación, se observa un patrón similar en las tres especies, siendo mayor la germinación en los primeros días y disminuyendo en los posteriores de la incubación. La germinación se concentra en los primeros días e la incubación.

En lo que a *U. europaeus* se refiere, se observan no obstante dos picos más destacados, que son los correspondientes al tratamiento de 80°C-5min y con Humo. Aunque el tratamiento Humo presenta un porcentaje menor de germinación que el anterior, en la Figura 1 se muestra un pico más elevado, el cual es debido a que el humo aceleró la germinación durante los primeros días del experimento.

En la especie *U. gallii* podemos observar claramente que el pico más alto de germinación corresponde al tratamiento 80°C-15min y que se sitúa aproximadamente en torno a los 35 días de incubación (Figura 1). En el tratamiento de 80°C-5min se registran dos picos, uno en el día 16 y un nuevo máximo sobre el día 20. En los tratamientos Control y con Humo, los picos son menos acusados, pero se mantiene el mismo patrón de distribución temporal. La caída de germinación después del máximo es más marcada para el tratamiento 80°C-15min que para el de 80°C-5min. En los cuatro tratamientos los valores diarios son bajos.

Ambas poblaciones de *A. lainzii*, se caracterizan por presentar picos poco definidos. En ambas poblaciones durante los primeros 15 días se aprecia un ligero aumento de la germinación en los tratamientos Control, 80°C 5min y con Humo. Este hecho nos confirma que el tratamiento con Humo además de no estimular la germinación, tampoco la acelera. En el caso de los tratamientos de 80°C-15min la germinación ha sido muy baja y espaciada en el tiempo (Ver Figura 1).

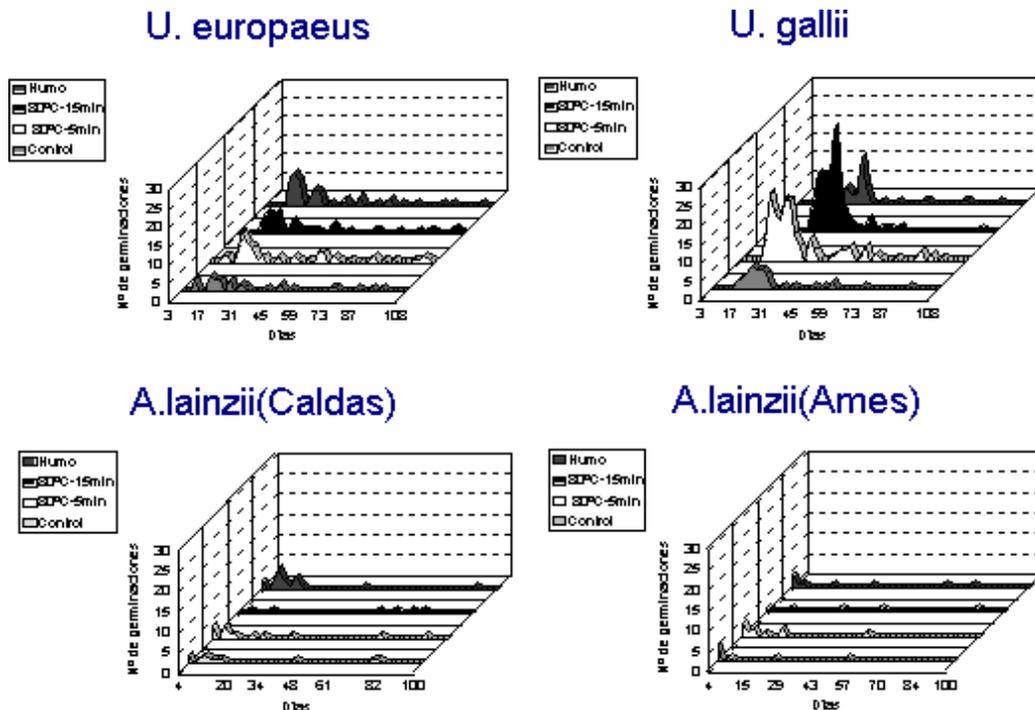


Figura 1. Distribución temporal de la germinación de *U. europaeus*, *U. gallii* y *A. lainzii* en cada uno de los tratamientos estudiados.

DISCUSIÓN Y SÍNTESIS

Son varios los trabajos que demuestran que las temperaturas elevadas aplicadas sobre semillas producen un aumento de la germinación en varias especies. Esto ocurre concretamente en *U. minor*, HOSSAERT-PALAUQUI (1980), en *U. europaeus*, PEREIRAS *et. al.* (1985) y MOURE (2000) y en *U. gallii* MOURE (2000), y en otras leguminosas, HERRANZ *et. al.* (1998) y FERNANDEZ-SANTOS (1991). Recientes estudios con tratamientos de Humo, DIXON *et. al.* (1995) y JÄGER *et. al.* (1996) con especies no leguminosas, ponen de manifiesto que el humo puede llegar a estimular o inhibir la germinación.

Las altas temperaturas no producen cambios en respuesta germinativa de *U. europaeus* y *A. lainzii*. Sin embargo en *U. europaeus* se observa un aumento de la germinación respecto al Control en el tratamiento correspondiente a 80°C-5min. Pensamos que el hecho de que no sea significativo puede ser debido a que hay indicios en las semillas de haber sufrido un ataque por insectos del género *Apion* que han podido comer parte del embrión, ya que autores como PEREIRAS (1985) han obtenido tasas de germinación muy superiores.

U. gallii ve estimulada significativamente la germinación por los tratamientos térmicos y especialmente con el tratamiento 80°C-5 min.

El humo no produce la estimulación de la germinación en *U. gallii*. En *U. europaeus* no se produce un aumento de la tasa germinativa, pero sí acelera la germinación en los primeros días del experimento. En *A. lainzii* el humo no produce ninguna respuesta destacable.

Los *Ulex*, en general, son buenos colonizadores de áreas incendiadas debido a su gran capacidad rebrotadora y por presentar tasas germinativas altas. Esta colonización se ve favorecida por los efectos del fuego en *U. gallii*, ya que las altas temperaturas aumentan considerablemente porcentaje de germinación. Las altas temperaturas también aumentan la tasa de germinación aunque en menor medida y el humo acelera la germinación las semillas.

Las dos poblaciones de *A. lainzii* presentan una baja tasa germinativa y un mismo patrón de respuesta frente a los choques térmicos y al tratamiento con Humo. Por lo tanto, esta especie no se ve favorecida, ni perjudicada por las temperaturas ensayadas y el Humo. Este hecho, junto a la preferencia de esta especie a colonizar terrenos deforestados y baldíos la capacitaría para colonizar áreas abiertas por incendios.

BIBLIOGRAFÍA

- CÔME, D. (1970). Les obstacles à la germination. *Editorial Mason, Paris*.
- DEBANO, L.F.; DUNN, P.H. & CONRAD, C.E.; (1977). Fire's effect on physical and chemical properties of Chaparral soils. *Proceedings of the symposium on the Environmental Consequences of fire and fuel Management in Mediterranean Ecosystems* pp 65-74.
- DE LANGE, J.H. & BOUCHER, C.; (1990). Autecological studies on *Audouinia capitata* (Bruniaceae). I. Plant derived smoke as seed germination cue. *South African Journal of Botany*, 56: 700-706.
- DIXON, K. X.; ROCHE, S. & PATE, J. S.; (1995). The promotive effect of smoke derived from burnt native vegetation on seed germination of Western Australian plants. *Oecologia* 101: 185-192.
- FERNANDEZ-SANTOS, B.; (1991). Estudio autoecológico de *Cytisus basansae* (Bois.) Ball y *Cytisus multiflorus* (L' Hér) Sweet. Regeneración. *Tesis Doctoral*. Universidad de Salamanca.
- HERRANZ, J.M.; FERRANDIS, P. & MATINEZ-SANCHEZ, J. J.; (1998). Universidad de Salamanca. Influence of heat on seed germination of seven Mediterranean *Leguminosae* species. *Plant Ecology* 136: 95-103.
- HOSSAERT-PALAUQUI, M.; (1980). Régénération d'une lande après incendie. II-Reproduction sexuée et capacité de germination d'*Ulex minor* Roth (*Ulex nanus* Em.). *Bull. Ecol.*, 11(3): 387-392.
- JÄGER, A. K.; LIGHT, M. E. & VAN STADEN, J.; (1996). Effects of source of plant material and temperature on the production of smoke extracts that promote germination of light-sensitive lettuce seeds. *Environmental and Experimental Botany* 36: 421-429.
- MOURE, M.; (2000). Germinación de semillas de *Ulex gallii* Planchon y *Ulex europaeus* L. Relación entre el proceso de maduración y la respuesta al fuego. *Tesina de licenciatura*. Universidad de Santiago de Compostela.

- PEREIRAS, J.; PUENTES, M.A. & CASAL, M.; (1985). Efecto de las altastemperaturas sobre la germinación de semillas de tojo (*U. europaeus L.*). *Studia Oecologica VI*: 125-133.
- TRABAUD, L.; (1987). The role of fire in ecological systems. *Trabaud L (Ed) SPB Acad. Publishing. La Haya. Holanda. pp 65-68.*
- TRABAUD, L.; (1989). Les feux des forets. Mécanismes, comportement et environnement. *Editorial France-Sélection. Aubervillers 278pp.*
- VALETTE, J. C.; GOMENDY, V.; MARÉCHAL, J.; HOUSSARD, C. & GILLON, D.; (1994). Heat transferring the soil during very low-intensity experimental fires: the role of duff and soil moisture content. *The International Journal of Wildland Fire 4*: 225-237.