

EL FUEGO COMO CONTROLADOR DE LA GERMINACIÓN DE *CYTISUS STRIATUS* Y DE *C. MULTIFLORUS* Y SU APLICACIÓN AGRONÓMICA

O. REYES & M. BOEDO

(1,2) (1)

(1) Área de Ecología. Dpto. de Biología Fundamental. E.P.S. de Lugo. Universidade de Santiago de Compostela. 27002 Lugo

(2) Área de Ecología. Dpto. de Biología Fundamental. Fac. de Biología. Universidade de Santiago de Compostela. 15782 Santiago de Compostela

RESUMEN

Los objetivos de este estudio son los siguientes: a) Conocer los efectos del fuego sobre la germinación de *Cytisus striatus* (Hill.) Rothm y *Cytisus multiflorus* (L'Hér.) Sweet y b) Proponer recomendaciones prácticas sobre el uso adecuado del fuego para lograr la disminución de individuos de estas especies de los terrenos de cultivo o de aquellos de monte que se quieran transformar para su uso agronómico.

Para alcanzar los objetivos propuestos se hicieron simulaciones de fuego, que consistieron en tests de germinación en los que se ensayaron 20 tratamientos térmicos y un tratamiento control, todos ellos en presencia de ceniza y en ausencia de ella.

En ausencia de fuego las dos especies registraron tasas de germinación bajas, en torno al 13%. Las altas temperaturas fueron responsables de un importante incremento en la germinación, llegando a alcanzarse el 91% en *C. striatus* y el 72% en *C. multiflorus*. Los tratamientos que más estimularon la germinación de ambas especies corresponden a temperaturas entre 80 y 140°C con tiempos de permanencia entre 2.5 y 15min (siempre que se cumpla que a mayor tiempo de exposición se apliquen temperaturas más bajas y viceversa). La ceniza, aplicada sola, produjo reducción de la tasa de germinación en ambas especies, y cuando se aplicó en combinación con un choque térmico en algunos casos no ejerció ningún efecto y en otros produjo inhibición de la germinación.

De los resultados obtenidos se deduce que el fuego puede ser un agente potenciador de la germinación de las semillas de *C. striatus* y de *C. multiflorus*. Para que su utilización sea eficaz en la eliminación de poblaciones de estas especies de los terrenos agrícolas, o de aquellos que se deseen transformar a este uso, deben alcanzarse temperaturas en los primeros cm de suelo del orden de 100°C durante al menos 5 min y una vez que las nuevas plantas han emergido eliminarlas antes de que lleguen al estadio reproductor y produzcan nuevas semillas.

P.C.: *Cytisus striatus*, *C. multiflorus*, fuego, germinación, aplicación agronómica

SUMMARY

The aims of this study are the following: a) to know the effects of fire on the germination of *Cytisus striatus* (Hill.) Rothm and *Cytisus multiflorus* (L'Hér.) Sweet, and b) to propose some practical recommendations for the adequate use of fire to cause a decrease in the number of individuals from these species in cultivated grounds or in those forestal areas that are to be transformed for agricultural usage.

In order to achieve these aims, we carried out fire simulations consisting of germination tests in which 20 thermal treatments and one control treatment were performed, all of them with and without ash.

In absence of fire both species showed low germination rates, around 13%. The high temperatures were responsible for an important increase in germination, accomplishing a 91% rate in *C. striatus* and 72% in *C. multiflorus*. The treatments that stimulated the germination in both species correspond to temperatures between 80 and 140°C, in times between 2.5 and 15 minutes (whenever longer times of exposure correspond to lower temperatures and viceversa). Ash by itself produced a decrease in the germination rate of both species, and when it was applied in combination with a thermal shock it did not have any effect in some cases, but in others it caused an inhibition in the germination.

From the results we obtained, it can be deduced that fire can potentiate germination of the seeds of *C. striatus* and *C. multiflorus*. To accomplish an effective use of fire in the elimination of these populations from agricultural grounds, or in those to be transformed for this usage, it should be achieved a temperature of about 100°C in the first cm of soil during at least 5 min and when the new plants emerge they should be eliminated before they get to the reproductive phase and produce new seeds.

K.W.: *Cytisus striatus*, *C. multiflorus*, fire, germination, agricultural apply

INTRODUCCIÓN

En ecosistemas forestales gallegos, encontramos frecuentemente *Cytisus striatus* (Hill.) Rothm y *Cytisus multiflorus* (L'Hér.) Sweet formando comunidades extensas. Suelen ocupar áreas bastante amplias cercanas a los campos de cultivo, lo que facilita que las semillas lleguen a las zonas trabajadas, invadiéndolas (FERNÁNDEZ-SANTOS & MARTÍNEZ-RUIZ, 1995).

Una forma de combatir este problema agronómico es la quema controlada, procedimiento mediante el cual los agricultores tratan de eliminar estas poblaciones que van a invadir el terreno. También es posible que las semillas lleguen ya afectadas por el fuego a los campos, debido a los incendios forestales producidos en áreas próximas.

Otra práctica muy común en Galicia es la transformación del monte para usos agronómicos, mayoritariamente pastos. Se suelen quemar de forma controlada zonas de matorral, o monte bajo que el agricultor necesita convertir en pastizales.

Todo lo dicho anteriormente justifica el interés de este trabajo cuyos objetivos son los siguientes: a) Conocer los efectos del fuego sobre la germinación de *C. striatus* y *C. multiflorus* y b) Proponer recomendaciones prácticas sobre el uso adecuado del fuego para lograr la disminución de individuos de estas especies de los terrenos de cultivo o de aquellos de monte que se quieran transformar para su uso agronómico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las semillas utilizadas en este estudio fueron recogidas en las inmediaciones de Vigo (Pontevedra) durante la época de fructificación (Junio, Julio y Agosto de 1999) y almacenadas en bolsas de papel a temperatura ambiente hasta su utilización tres meses más tarde. Se realizaron test de germinación en los que se ensayaron 20 tratamientos Térmicos y un tratamiento Control, tanto Con Ceniza y Sin Ceniza; se realizaron por tanto, 42 tratamientos, cada uno repetido 6 veces y con 25 semillas en cada réplica, sembrándose un total 6300 semillas.

Los tratamientos Térmicos seleccionados para este estudio combinan los diferentes grados de temperatura y tiempos de exposición, que con más frecuencia se producen durante los incendios forestales y las quemas controladas (TRABAUD, 1989; DE LUIS *et al.*, 1997; CASCUDO, 1997) y la metodología seguida ha sido la usada por otros autores en trabajos anteriores (GONZÁLEZ-RABANAL, 1992; REYES, 1996; HERMIDA-CASTRO, 1999)

En el siguiente esquema se recogen las combinaciones de temperatura y tiempo de exposición que se llevaron a cabo:

	60°C	80°C	100°C	120°C	140°C	160°C
1 min.	X		X		X	X
2.5 min.		X	X	X	X	
5 min.	X		X	X		X
7.5 min.	X	X	X		X	
15 min.	X	X		X		X

Tras la aplicación del choque Térmico las semillas fueron incubadas sobre papel de filtro en placas Petri. La cantidad de ceniza aplicada a las placas correspondientes fue la equivalente a 5ml de una disolución de 10 g de ceniza por cada litro de agua destilada. La ceniza se obtuvo a partir de la combustión completa de ramas de las especies mencionadas y las semillas de cada especie se regaron con ceniza procedente de la quema de hojas y ramas de individuos de su propia especie.

El ciclo de luz-oscuridad seleccionado para llevar a cabo la incubación fue de 16-8 horas y las temperaturas correspondientes fueron de 20 y 17°C. Todas las semillas se regaron con agua destilada de forma que siempre estuviesen húmedas; el recuento de las semillas germinadas se realizó cada dos días.

Los datos obtenidos fueron transformados aplicándoles la función arcoseno y analizados mediante Análisis de la Varianza Multivariante, para las comparaciones entre medias se utilizó el test de Tukey al 95% de confianza.

RESULTADOS

En la Figura 1 se observa que *C. striatus* y *C. multiflorus* presentan tasas de germinación muy bajas en ausencia de tratamiento (12.67 y 14.67%, respectivamente). Sin embargo, estas tasas resultan enormemente incrementadas cuando las semillas de ambas especies son sometidas a tratamiento Térmico, aún así, no todos los tratamientos Térmicos estimulan la germinación de estas dos especies. Comparando los tratamientos Con Ceniza y Sin Ceniza se observa que casi siempre las tasas de los tratamientos Con Ceniza son ligeramente más bajas que los mismos tratamientos Sin Ceniza.

El Análisis de la Varianza aplicado a los datos de germinación de *C. striatus* revela diferencias significativas entre los tratamientos Térmicos ($p < 0.0001$) y también entre los tratamientos Con Ceniza y Sin Ceniza ($p < 0.001$); la interacción entre los factores Ceniza y choque Térmico también es significativa. La tasa media de germinación de esta especie Con Ceniza es de 26.74%, mientras que Sin Ceniza es de 32.13%; la ceniza ejerce, pues, un efecto inhibitorio.

De los 20 choques Térmicos ensayados, los que más estimulan la germinación y son responsables de las diferencias detectadas a través del Análisis de la Varianza Multivariante son 7: 80°C-7.5min, 80-15min, 100°C-2.5min, 100°C-5min, 100°C-7.5min, 120°C-5min y 140°C- 2.5min, destacando entre todos estos tratamientos 100°C-5min y 100°C-7.5min, ambos Sin Ceniza, que alcanzan tasas superiores al 85% de germinación. Los demás tratamientos no se diferencian significativamente del Control.

Los valores de germinación de *C. multiflorus* son inferiores a los de *C. striatus*. En *C. multiflorus* también se han detectado diferencias altamente significativas entre los choques Térmicos ($p < 0.0001$) y entre los tratamientos Con Ceniza y Sin Ceniza ($p < 0.01$), y la interacción entre los factores Ceniza y choque Térmico también es significativa ($p < 0.0001$). El comportamiento germinativo de esta especie es un poco diferente cuando las semillas se incuban Con Ceniza y Sin Ceniza, ya que globalmente la tasa de germinación Con Ceniza es menor (18.13% Con Ceniza frente a 23.71% Sin Ceniza). Los tratamientos que se diferencian significativamente del Control son 80°C-7.5min, 80°C-15min y 100°C-5min Con Ceniza y Sin Ceniza; 100°C-7.5min y 120°C-2.5min sólo Sin Ceniza y 100°C-2.5min sólo Con Ceniza. Es decir, a temperaturas más altas o tiempos de exposición prolongados solamente las semillas incubadas Sin ceniza incrementan significativamente su tasa de germinación.

Los tratamientos que más estimulan la germinación de esta especie son 80°C-15min Sin Ceniza, 100°C-5min Con Ceniza y 100°C-5min Sin Ceniza, y sin embargo ninguno de ellos sobrepasa el valor de 72%.

DISCUSIÓN

En este estudio hemos comprobado que las dos especies estudiadas resultan estimuladas por las altas temperaturas, siendo su efecto más notorio en las semillas de *C. striatus* que en las de *C. multiflorus*.

C. striatus y *C. multiflorus* son dos especies de leguminosas y en numerosas especies de esta familia se ha comprobado que las altas temperaturas favorecen la germinación (MALLIK & GIMINGHAM, 1985; PEREIRAS *et al.*, 1987; AÑORBE *et al.*, 1990; TÁRREGA *et al.*, 1992; GONZÁLEZ-RABANAL & CASAL, 1993; CORNIDE *et al.*, 1993; HERRANZ *et al.*, 1998) y las causas de que se produzca este estímulo reside en

la naturaleza de la cubierta de sus semillas. Son especies con semillas de cubierta dura, impermeable al agua y con un alto contenido en ceras. El calor producido por los incendios u otra fuente diferente provoca la ruptura de esa cubierta dura y permite la entrada de agua, desencadenando los procesos que conducen a la germinación.

Hemos comprobado que para que el calor produzca la ruptura de la cubierta sin llegar a dañar el embrión, la temperatura alcanzada debe ser de al menos 80°C y como máximo de 140°C. El tiempo de exposición de las semillas al calor debe ser inversamente proporcional a la temperatura aplicada. Para las semillas de *C. multiflorus* sometidas a temperatura de a 80°C los tiempos de de 7,5 y 15min son los que más estimulan la germinación, a 100°C el tiempo de exposición debe reducirse a 2,5 ó 5min, y a 120°C y 140°C no debe superar los 2,5 min.

Las semillas de *C. striatus* resisten mejor el calor y experimentan estimulación de la germinación en un rango de combinaciones de tiempo y temperatura mayor. La temperatura más baja a la que se produce estimulación de la germinación es 80°C con tiempos de permanencia del calor entre 7,5 y 15min, al igual que ocurre en *C. multiflorus*; con temperaturas de 100°C el tiempo de exposición para que se produzca estimulación debe ser de 2,5 a 7,5min. La diferencia entre *C. striatus* y *C. multiflorus* reside en que a 120°C *C. striatus* alcanza valores de germinación altos no sólo con 2,5min sino también con 5min de exposición, y que a temperaturas de 140°C-2,5min sus tasas de germinación son mayores que en *C. multiflorus*.

Cabe destacar, además, que el incremento en las tasas de germinación es muy grande en comparación con los valores que se alcanzan en el tratamiento Control. En *C. multiflorus* los tratamientos de 100°C-5min y 100°C-7,5min sin ceniza alcanzan valores de germinación cuatro veces más altos que el Control Sin Ceniza, y 100°C-7,5min Con Ceniza supera 17 veces al Control Con Ceniza. En *C. striatus* los valores de germinación de los tratamientos 100°C-5min y 100°C-7,5min Sin Ceniza son siete veces más grandes que los obtenidos en el Control. Los valores de germinación de estos mismos tratamientos con ceniza son nueve veces más elevados que su correspondiente Control. Estos datos nos dan idea de la potencialidad que tiene el calor en la estimulación de la germinación de las semillas de *C. multiflorus* y de *C. striatus*.

El efecto de la ceniza sobre la germinación es diferente según la especie. En *C. striatus* la ceniza atenúa el incremento de las tasas de germinación que se alcanzan con los choques térmicos. En *C. multiflorus* esto se cumple en la mayoría de los choques térmicos ensayados, pero no en todos.

En estudios realizados con semillas de otras especies la ceniza casi siempre ha ejercido un efecto bien inhibitorio o bien nulo sobre la germinación (GONZÁLEZ-RABANAL, 1995; REYES & CASAL, 1998) y la causa de esta inhibición se suele achacar a la elevación del pH del medio.

RECOMENDACIONES PRÁCTICAS

En relación a la gestión de áreas agrícolas y al manejo de estas dos especies, proponemos las siguientes recomendaciones prácticas partiendo de los resultados obtenidos en este estudio:

Para transformar un área cubierta por estas dos especies arbustivas a campo de cultivo o pasto, una forma económica de eliminar las semillas del suelo es forzar la germinación masiva mediante una quema controlada que provoque un calentamiento de los 5 cm superficiales del suelo (ya que es en esta franja donde se encuentra la mayor parte del efectivo del banco de semillas del suelo) entre 80°C y 100°C durante tiempos de residencia del calor entre 5 y 15 minutos. Las plantas nacidas han de ser controladas posteriormente por medios mecánicos antes de que lleguen al estadio reproductor y produzcan nuevas semillas.

BIBLIOGRAFÍA

- AÑORBE, M., GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J. M., PÉREZ-FERNÁNDEZ, M. A., FERNÁNDEZ-SANTOS, B.; (1990). Influencia de la temperatura sobre la germinación de semillas de *Cytisus multiflorus* (L'Her) Sweet y *Cytisus oromediterraneus* Riv. Mar. *Studia Oecologica* VII, 85-100.
- CASCUDO, A.; (1997). Efecto del fuego sobre un matorral de *Ulex gallii* Planchon, en la Galicia interior. Banco de semillas y regeneración natural. *Tesis de Licenciatura*, Universidad de Santiago de Compostela.
- CASTROVIEJO, S. *et al.*, Eds.; (1999). *Flora Ibérica*, Vol VII (I): 193-196.
- CORNIDE, T.; DÍAZ-VIZCAÍNO, E.; HERNÁNDEZ-NISTAL, J. & CASAL, M.; (1993). Factores que influyen en la germinación de *Cytisus striatus* (Hill) y *Cytisus multiflorus* (L'Hér) Sweet. *Congreso de la Sociedad Española de Malherbología*, A. Rigueiro y otros Editores. Tórculo Artes Gráficas, Santiago. Pp: 109-115.
- DE LUÍS, M.; BAEZA, M.J. Y RAVENTÓS, J.; (1997). Análisis de las curvas de temperatura-tiempo en fuegos experimentales en aulagares de distintas edades: enfoque alternativo. I *Congreso Forestal Hispano-Luso, Irati* 97, 5: 143-148.
- FERNÁNDEZ-SANTOS, B. & MARTÍNEZ-RUIZ, C.; (1995). Los matorrales: formaciones de gran interés ecológico y para la economía humana. *Cuestiones de Biología. Aportaciones Riojanas*, capítulo 16: 213-229.
- GONZÁLEZ-RABANAL, F.; (1992). Efecto del fuego sobre la germinación de especies de ecosistemas de matorral. *Tesis Doctoral*, Universidad de Santiago de Compostela.
- GONZÁLEZ-RABANAL, F. & CASAL, M.; (1993). Effects of thermal shock on germination of *Ulex europaeus* L. in wildfire-affected and unburnt soils. *Fire in Mediterranean Ecosystems*. In: L. Trabaud & R. Prodon (Eds.). Commission of the European Communities. Bruselas-Luxemburgo.
- GONZÁLEZ-RABANAL, F. & CASAL, M.; (1995). Effect of high temperatures and ash on germination of ten species from gorse shrubland. *Vegetatio* 116: 123-131.
- HERMIDA-CASTRO, M.J.; (1999). Utilización de especies arbustivas autóctonas para revegetación de áreas quemadas en Galicia. *Trabajo Fin de Carrera*, Universidad de Santiago de Compostela.
- HERRANZ, J. M.; FERRANDIS, P. & MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J. J.; (1998). Influence of heat on seed germination of seven Mediterranean *Leguminosae* species. *Plant Ecology* 136: 95-103.
- MALLIK, A. U. & GIMINGHAM, C. H.; (1985). Ecological effects of heather burnig. II effects on seed germination and vegetative regeneration. *Journal of Ecology* 73: 633-644.
- PEREIRAS, J.; PUENTES, M. P. & CASAL, M.; (1987). Efecto de las altas temperaturas sobre la germinación de semillas de tojo (*Ulex europaeus* L.). *Studia Oecologica* VI: 125-133.
- REYES, O. (1996).; Estrategias regenerativas de especies arbóreas de ecosistemas forestales de Galicia en relación con los incendios forestales. Análisis del comportamiento germinativo y de la demografía de plántulas. *Tesis Doctoral*, Universidad de Santiago de Compostela.
- REYES, O. & CASAL, M.; (1998). 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: 837-845.
- TÁRREGA, R.; CALVO, L. & TRABAUD, L.; (1992). Effect of high temperatures on seed germination of two woody *Leguminosae*. *Vegetatio* 102: 139-147.
- TRABAUD, L. (1989).; *Les feux de forêts*. Editorial France-Selection. Aubervilliers.

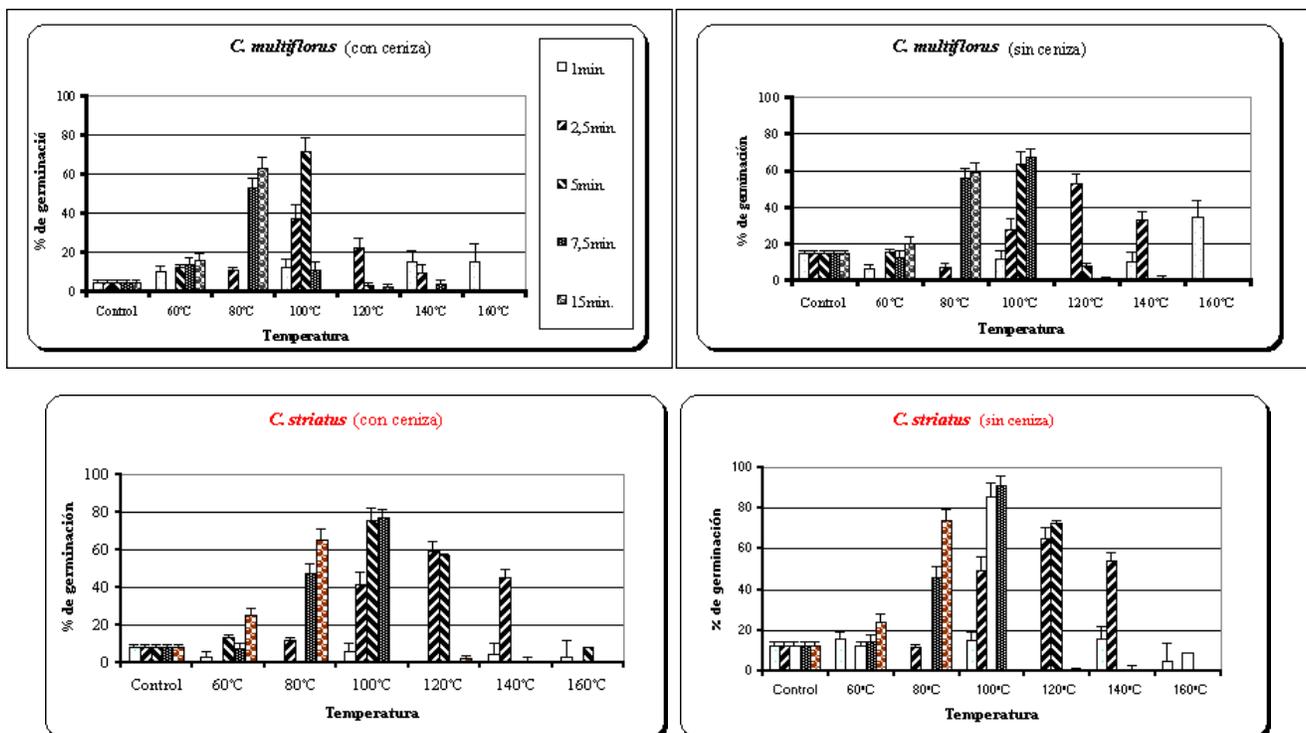


Figura 1: Tasas de germinación (en porcentaje) y Error standard obtenidos en cada uno de los tratamientos aplicados a *C. multiflorus* y *C. striatus*.

