

# EFECTO DEL FUEGO (TEMPERATURA Y HUMO) SOBRE LA GERMINACIÓN DE ERICÁCEAS CARACTERÍSTICAS DE BREZALES DEL NW DE LA PENÍNSULA IBÉRICA.

E. A. DÍAZ VIZCAÍNO\*; A. IGLESIA RODRÍGUEZ

\* [bvlueadv@lugo.usc.es](mailto:bvlueadv@lugo.usc.es)

Dpto. de Botánica. Escuela Politécnica Superior de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela. Campus de Lugo. 27002 Lugo.

## RESUMEN

Se ha estudiado la respuesta germinativa al fuego de 8 especies arbustivas de matorrales atlánticos en relación con diferente régimen de temperatura y humo. Las semillas de *C. vulgaris*, *E. ciliaris* y *E. tetralix* aumentan progresiva y significativamente su germinación con la temperatura en los diferentes tiempos de exposición estudiados, hasta alcanzar 150°C, temperatura que produce una significativa disminución. Cambios en la germinación más moderados se observan en el caso de *E. erigena*, *E. scoparia* y *C. vulgaris*. El efecto del humo se observa claramente en 5 de las especies estudiadas, *C. vulgaris*, *E. erigena*, *E. scoparia*, *E. umbellata* y *E. vagans*, que incrementan su germinación en relación con el control, siendo las diferencias significativas en la primera de ellas. El humo produce también una disminución del tiempo medio de germinación en *C. vulgaris* y *E. vagans*.

**Palabras clave:** semilla, *Calluna*, *Erica*,

## INTRODUCCIÓN

La familia Ericáceas incluye algunas de las especies características de los brezales y tojales-brezales de la Europa atlántica. En el NW de la Península Ibérica, algunas de ellas son elementos característicos de matorrales con exigencias ecológicas variadas (DÍAZ VIZCAÍNO *et al.*, 1989).

Estos matorrales presentan una larga historia de usos para pastoreo, asociado en muchos casos a la realización de quemas regulares, que probablemente tenían un efecto menor sobre su composición florística, aunque el incremento en la frecuencia del fuego ocasiona cambios importantes (GIMINGHAM *et al.*, 1979), que deben ser evaluados.

El fuego actúa como estimulador de la germinación en diferentes especies de diversos tipos de vegetación, lo que en muchos casos se interpreta como una adaptación (TRABAUD, 1987). Su efecto sobre la germinación de semillas se ha relacionado habitualmente con dos factores: las elevadas temperaturas que se generan en un incendio y la formación de productos químicos procedentes de la combustión total o parcial de la biomasa.

La estimulación de la germinación por efecto del calor está bien representada en familias como Fabaceae y Cistaceae, cuyas semillas, denominadas “semillas duras”, presentan una anatomía de la testa que las hace impermeables, presentando una dormición impuesta por dicha dureza (AÑORBE *et al.*, 1990; TÁRREGA *et al.*, 1992; BOSSARD, 1993; HERRANZ *et al.*, 1998; CORNIDE, 2001; VALBUENA & VERA, 2002). Su efecto en Ericaceae, interpretado como una escarificación térmica, también ha sido puesto de manifiesto por diferentes autores (GONZÁLEZ RABANAL & CASAL, 1995; THOMAS & DAVIS, 2002)

Son muchas las especies cuya germinación se relaciona con el fuego, en las que la temperatura no tiene efecto, sino que resulta favorecida por productos químicos resultantes de la combustión. Los restos vegetales carbonizados han sido objeto de estudio en diferentes tipos de vegetación (KEELEY, 1987). Más recientemente, el humo ha demostrado ser un importante estimulador de la germinación, en algunos casos de Ericaceae (DE LANGE & BOUCHER 1990; BROWN *et al.*, 1993; BAXTER *et al.*, 1994; KEELEY & FOTHERINGHAM, 1998; BROWN & BOTHA, 2004).

En el presente trabajo se pretende contribuir al conocimiento de los efectos ecológicos del fuego en matorrales atlánticos, estudiando la respuesta germinativa de 8 especies de Ericáceas (*Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Erica ciliaris* L., *Erica cinerea* L., *Erica erigena* R. Ross, *Erica scoparia* L., *Erica tetralix* L., *Erica vagans* L. y *Erica umbellata* Loefl. Ex L.) con el objetivo de conocer su respuesta al fuego, tanto temperatura como humo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Ensayos de germinación

Los frutos fueron recogidos en diferentes localidades de Galicia, seleccionando para cada especie matorrales en los que es dominante o codominante, todos ellos brezales y tojales-brezales atlánticos. La recolección se realizó en los meses de verano y otoño, según la época de maduración y dispersión de semillas de cada una de las especies estudiadas, para su posterior traslado al laboratorio.

En el laboratorio, las semillas, fueron separadas de los restos de hojas y frutos con ayuda de tamices adecuados a su tamaño, y almacenadas en bolsas de papel, en ambiente seco y en oscuridad, hasta su utilización. Todos los ensayos se realizaron en los primeros 6 meses tras la recolección de las semillas.

Con objeto de simular la existencia de un período frío en condiciones naturales, previo a la ocurrencia de incendios forestales de primavera, las semillas fueron sometidas a una estratificación previa, que se realizó manteniéndolas en oscuridad, a 4°C durante las 4 semanas previas a la realización de los tratamientos.

Las temperaturas seleccionadas para realizar los tratamientos están comprendidas entre las registradas en la hojarasca y los primeros centímetros del suelo cuando tiene lugar un incendio forestal: 80°C, 110°C, 150°C; y los tiempos, 5 y 10 minutos, también se corresponden con la duración de dicho incremento de temperatura en el suelo (DÍAZ - FIERROS *et al.*, 1990).

El tratamiento con humo se realizó con un aplicador de humo (Fume 2000), quemando tojo (*Ulex europaeus*), una de las especies más abundantes en los brezales atlánticos. Las semillas se mantuvieron en el ambiente saturado de humo durante 5, 10 y 15 minutos.

### Tratamiento de datos

En primer lugar se ha calculado el porcentaje final medio de germinación para cada especie y tratamiento, y a partir de él se ha establecido una clasificación de la potencialidad germinativa, utilizando para ello la escala de JURADO & WESTOBY (1992), modificada por LÓPEZ *et al.* (1999).

A continuación se han calculado para cada tratamiento una serie de parámetros que proporcionan información complementaria a la del porcentaje final de germinación obtenido, relacionada con la posibilidad de germinación y establecimiento, como son:

$t_m$ : tiempo medio de germinación  $t_m = (N_1 T_1 + N_2 T_2 + \dots + N_n T_n) / (N_1 + N_2 + \dots + N_n)$ , siendo  $N_1$  el número de semillas germinadas en el tiempo  $T_1$ ,  $N_2$  el número de semillas germinadas entre  $T_1$  y  $T_2$ ... (CÔME, 1970)

$T_{50}$ : tiempo (días) necesario para alcanzar el 50% de la germinación final

$T_{90}$ : tiempo (días) necesario para alcanzar el 90% de la germinación final

$V$ , Vigor, refleja la capacidad de germinación media por unidad de tiempo (BRADBEER, 1988):

$V = (a/1 + b/2 + c/3 + d/4 + \dots + x/n) 100 / S$ , siendo  $a, b, c, d, \dots, x$ , el número de semillas germinadas transcurridos 1, 2, 3, 4, ...,  $n$  días de imbibición, y  $S$  el número total de semillas germinadas

Los valores medios de germinación se analizaron mediante un Análisis de la Varianza (ANOVA), utilizando el test a posteriori de Tukey para identificar las diferencias entre tratamientos; empleando para ello el paquete estadístico SPSS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados correspondientes a la germinación a lo largo del tiempo se presentan en la Figura 1, y los valores de viabilidad, germinación final,  $t_m$ ,  $T_{50}$  y vigor se muestran en la Tabla 1.

### Germinación

El porcentaje medio de germinación de las semillas en el control difiere entre las especies estudiadas. *E. scoparia*, *E. tetralix* presentan los valores más elevados, que se corresponden con una capacidad de germinación moderada; *E. ciliaris*, *E. vagans*, *E. umbellata* y *C. vulgaris* presentan valores intermedios correspondientes a una capacidad de germinación baja; *E. erigena* presenta valores muy bajos, y *E. cinerea* no ha germinado, por lo que su capacidad de germinación es casi nula o nula.

Esta diferencia en la capacidad de germinación guarda relación con el tipo y grado de dormición de las semillas, y se expresa también en el tiempo medio de germinación y en el ritmo de germinación. Así, mientras que *E. ciliaris*, *E. scoparia* y *E. tetralix*, con los tiempos medios de germinación más bajos, inician la germinación a lo largo del primer mes, tanto en el control como en el resto de los tratamientos; *C. vulgaris*, *E. erigena*, *E. umbellata*, y *E. vagans*, con tiempos medios de germinación más elevados, se demoran hasta el segundo.

Estos datos comparativos concuerdan en general con los encontrados por GONZÁLEZ-RABANAL & CASAL (1995) y VERA, (1997), aunque con algunas diferencias; así, la germinación de *C. vulgaris*, *E. umbellata* y *E. vagans* es considerablemente menor que la encontrada por dichos autores, y la de *E. cinerea* también, como han encontrado MALLIK & GIMINGHAM (1985), puesto que esta última especie puede retrasar hasta 6 meses su germinación en función de su procedencia (VERA, 1997). Estas diferencias pueden ser debidas a las condiciones concretas de cada diseño experimental, que pueden influir en la mayor o menor ruptura de la dormición de las semillas, como han demostrado PONS (1989) y THOMAS & DAVIES (2002) en *C. vulgaris*, encontrando que presenta tanto fotodormición como termodormición, y poniendo en evidencia también diferencias en la ruptura de la dormición según la procedencia de las semillas.

### Efecto de la temperatura

Las semillas de *C. vulgaris*, *E. ciliaris* y *E. tetralix* aumentan progresiva y significativamente su germinación con la temperatura en los diferentes tiempos de exposición estudiados, hasta alcanzar 150°C, temperatura que produce una significativa disminución. Entre ellas, en las dos últimas se aprecia también una disminución en el tiempo medio de germinación.

Una tendencia similar, aunque con cambios en la germinación más moderados se observa en el caso de *E. erigena* y *E. scoparia*, si bien las diferencias no son significativas.

Estas respuestas diferentes en la germinación a la temperatura han sido puestas de manifiesto en diferentes estudios de Ericáceas. En el caso de *E. umbellata* y *E. ciliaris*, GONZÁLEZ RABANAL & CASAL (1995) han encontrado incrementos de germinación con temperaturas moderadas (80°-110° durante 5 minutos), mientras que en *C. vulgaris* no apreciaron dicho efecto. Nuestros resultados son concordantes en el caso de *Erica ciliaris*, evidenciando además que esta tendencia se invierte con la temperatura de 150° durante 5', y que cesa la germinación cuando el tiempo de exposición se prolonga hasta 10', por lo que esta temperatura puede resultar letal en función del tiempo de exposición.

En nuestro estudio, *C. vulgaris* también incrementa la germinación con la temperatura, y, como en el caso de *E. ciliaris*, temperaturas de 150° pueden llegar a ser letales en función del tiempo de aplicación, lo que concuerda con los resultados de WHITTAKER & GIMINGHAM (1962) y MALLIK & GIMINGHAM (1985), quienes encontraron una gran mortalidad de semillas de *C.*

*vulgaris* después de estar sometidas 6 segundos a 160°C, y 2 minutos a 100°C respectivamente.

La estimulación de la germinación de semillas de *E. vagans* por efecto del calor (80-100°C) ha sido encontrada por VERA y OBESO (1995), quienes ponen en evidencia una fuerte disminución por encima de 100°C, como ocurre en nuestro caso.

Los resultados correspondientes a *E. erigena*, *E. scoparia* y *E. tetralix*, muestran también una tendencia a incrementar su germinación con la temperatura en todo el rango de temperaturas estudiado, con excepción de *E. tetralix*, para la que la temperatura de 150°C puede ser letal.

Por el contrario, no hemos encontrado la respuesta germinativa con la temperatura descrita por GONZÁLEZ y CASAL (1995) para *E. umbellata*.

El incremento de la germinación en 6 de las 8 especies estudiadas producida por temperaturas registradas en el suelo en incendios de brezales atlánticos, puede ser interpretado, según BASKIN y BASKIN (1998) como una escarificación térmica que favorece la permeabilidad de las semillas con dormición física, y su posterior germinación; además los mismos autores indican que especies con dormición fisiológica pueden responder de manera similar, explicando que la ausencia de dicha respuesta puede guardar relación con la falta de condiciones ambientales, como la estratificación en frío, que favorezcan la ruptura de dicha dormición; en cuyo caso, según KEELEY & FOTHERINGHAM (1998) el calor actuaría como una señal interna mediante la inducción de la producción de enzimas o sustancias reguladoras del crecimiento.

## Efecto del humo

El efecto del humo obtenido al quemar *U. europaeus* sobre la germinación se observa claramente en 5 de las especies estudiadas, *C. vulgaris*, *E. erigena*, *E. scoparia*, *E. umbellata* y *E. vagans*, que incrementan su germinación en relación con el control, siendo las diferencias significativas en la primera de ellas. No se aprecia efecto en *E. ciliaris* y *E. tetralix*; ni tampoco en *E. cinerea*, con germinación nula. Entre todas ellas, el efecto del humo produce también una disminución del tiempo medio de germinación en *C. vulgaris* y *E. vagans*.

Fueron de LANGE & BOUCHER (1990) quienes encontraron que el humo procedente de la combustión de plantas del *fynbos* estimulaba la germinación de especies características del mismo. Las sustancias químicas responsables de este incremento en la germinación no han sido identificadas por dichos autores, si bien descartaban que se tratase del etileno. Posteriormente, BROWN *et al.* (1993) encontraron una estimulación de la germinación en 26 de 40 especies de Ericaceae; y BROWN & BOTHA (2004) proporcionan variados protocolos fundamentados en la aplicación de humo para estimular la germinación de 283 especies, entre ellas Ericaceae, características de *fynbos*. La importancia del material vegetal en la composición del humo, la variabilidad de los compuestos que puede presentar, y su influencia en la germinación han sido puestos de manifiesto por van STADEN *et al.* (1995) y JAGER *et al.* (1996); recientemente VAN STADEN *et al.* (2004) y FLEMATTI *et al.* (2004) han identificado el principal compuesto responsable.

En nuestro caso, para la aplicación del humo se ha utilizado una de las especies más abundantes en los tojales-brezales de Galicia, y la saturación de humo se ha realizado durante un tiempo factible en las condiciones de incendio forestal. En estas condiciones, analizando la respuesta de las especies estudiadas, como han realizado BROWN & BOTHA (2004), cabe distinguir en primer lugar aquellas en las que los valores control de germinación son bajas o muy bajas, *C. vulgaris*, *E. erigena*, *E. umbellata*, y *E. vagans* y el humo los incrementa convirtiéndose así en un importante factor de germinación; en segundo lugar las que presentan valores control de germinación moderados, *E. scoparia*, que también se incrementa con el humo, el cual debe ser considerado como uno de los variados factores promotores de la germinación; y finalmente aquellas cuya germinación se produce sin que se aprecie efecto del humo, *E. ciliaris* y *E. tetralix*.

Como ocurre con la temperatura, entre las especies cuya germinación se ve estimulada por efecto del humo no se observa una relación directa en la misma con el tiempo de exposición a dicho factor, encontrando en algunas especies, *C. vulgaris*, *E. scoparia*, y *E. tetralix*, una disminución en la germinación con el tratamiento de humo durante 15 minutos comparativamente con los otros dos

tiempos ensayados, o incluso con el control. Un efecto similar ha sido puesto de manifiesto por LIGHT *et al.*, (2002), quienes encuentran una regulación dual de la germinación por efecto del humo que puede tener relación con las condiciones ambientales favorables a la germinación.

## Agradecimientos

Las autoras agradecen la financiación del proyecto de investigación PGIDT02RFO20001PR, del que forma parte el presente trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

AÑORBE, M. ; GÓMEZ GUTIERREZ, J. M. ; PÉREZ FERNÁNDEZ, M, A. y FERNÁNDEZ SANTOS B.; 1990. Influencia de la temperatura sobre la germinación de semillas de *Cytisus multiflorus* (L'Hér.) Sweet y *Cytisus oromediterraneus* Riv. Mar. *Studia Oecologica*. VII: 85 – 100.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M.; 1998. Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press. San Diego. California.

BAXTER, B. J. M., VAN STADEN, J.; GRANGER, J. E.; BROWN, N. A. C.; 1994. Plant derived smoke and smoke extracts stimulate seed germination of the fire - climax grass *Themeda triandra*. *Environmental and experimental botany*.34: 217 – 223.

BOSSARD, C. C. 1993. Seed germination in the exotic shrub *Cytisus scoparius* (Scotch broom) in California. *Madroño*. 40(1): 47 – 61.

BRADBEER, J. W., 1988. Seed dormancy and germination. Blackie and son limited. Glasgow and London. Chapman and Hall. New York.

BROWN, N.A.C. & BOTHA, P.A.; 2004. Smoke seed germination studies and guide to seed propagation of plants from the major families of the Cape Floristic Region, South Africa. *South African Journal of Botany*. 70 (4): 559 – 581.

BROWN, N.A.C.; KOTZE, G. & BOTHA, P.A.; 1993. The promotion of seed germination o Cape Erica species by plant – derived smoke. *Seed Sci. & Technol*. 21: 573 – 580.

CÔME, D.; 1970. Les obstacles à la germination. Mason. París.

CORNIDE, T.; 2001. Dinámica de las comunidades de *Cytisus striatus* (Hill) Rothm. y *Cytisus multiflorus* (L' Hér.) Sweet en la Galicia interior. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago.

DE LANGE, J.H. & BOUCHER, C.; 1990. Autoecological studies on *Audonia capitata* (Bruniaceae). I . Plant – derived smoke as a seed germination cue. *South African Journal of Botany*. 56: 188 – 202.

DÍAZ – FIERROS, F.; BENITO, E.; VEGA, J. A.; CASTELAO, A.; SOTO, B.; PÉREZ, R. & TABOADA, T.; 1990. Solote loss and soil erosion in burnt soil from Galicia (NW Spain). In: Goldammer, J. G. & Jenkins, M. J. (Eds). Fire in ecosystem dynamics. SPB Academic Publishing. The Hague.

DÍAZ VIZCAINO, E.; BASANTA, E., M. y MOREY, M.; 1989 . Preferencias ecológicas de diferentes comunidades de matorral y de sus especies en Galicia NW Spain . *Studia OEcológica*, VI: 41 – 67.

FLEMATTI, G. R.; GHISALBERTI, E. L.; DIXON, K. W. & TRENGOVE, R. D.; 2004. A

compound from smoke that promotes seed germination. *Science*. 305: 977.

GIMINGHAM, C.H.; CHAPMAN, S. B. & WEBB, N. R.; 1979. European heathlands. In: Goodall, D. W. (ed.) *Ecosystem of the world 9A Heathlands and related shrublands*. 365 – 413. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam – Oxford – New York.

GONZÁLEZ –RABANAL, F. & CASAL, M.; 1995. Effect of high temperatures and ash on germination of ten species from gorse shrubland. *Vegetatio*. 116: 123 – 131.

HERRANZ, J. M.; FERRANDIS, P. y MARTÍNEZ SÁNCHEZ, J.J.. 1998. Influence of heat on seed germination of seven Mediterranean species. *Plant Ecology*. 136: 95 – 103.

JAGER, A. K.; STRYDOM, A. & VAN STADEN, J.; 1996. The effect of ethylene, octanoic acid and a plant-derived smoke extract on the germination of light-sensitive lettuce seeds.

JURADO; E. & WESTOBY, M.; 1992. Germination biology of selected central Australian plants. *Austral. J. Ecol.* 17: 341 – 348.

KEELEY, J. E. & FOTHERINGHAM, C.J.; 1998. Smoke-induced seed germination in California chaparral. *Ecology*. 79 (7): 2320 – 2336.

KEELEY, J. E. ; 1987. Role of fire in seed germination of woody taxa in California chaparral. *Ecology*. 68: 434 – 443.

LIGHT, M.E.; GARDNER, M. J.; JAGER, A. K. & VAN STADEN, J.; 2002. Dual regulation of seed germination by smoke solutions. *Plant growth regulation*. 37 (2): 135 – 141.

LÓPEZ, J. ; DEVESA, J. A.; RUIZ, T. & ORTEGA-OLIVENCIA, A.; 1999. Seed germination in Genistae (Fabaceae) from South West Spain. *Phyton*. 39(1): 107 – 129.

MALLIK, A. U. & GIMINGHAM, C. H.; 1985. Ecological effects of heather burning. II: Effects on seed germination and vegetative regeneration. *J. Ecol.* 73: 633 – 644.

PONS, T. L.; 1989. Dormancy and germination of *Calluna vulgaris* (L.) Hull and *Erica tetralix* L. seeds. *Acta Oecologica. Oecol. Plant.* 10 (1): 35 – 43.

TÁRREGA, R., CALVO, L. & TRABAUD, L. 1992. Effect of high temperatures on seed germination of two woody leguminosae. *Vegetatio*. 102: 139-147.

THOMAS, T. H.; DAVIES, I.; 2002. Responses of dormant heather (*Calluna vulgaris*) seeds to light, temperature, chemical and advancement treatments. *Plant Growth Regulation*. 37: 23 – 29.

TRABAUD, L.; 1987. Fire and survival traits of plants. In: Trabaud, L. (ed.), *The role of fire in ecological systems*. 65 – 89. Academic Publishing. The Hague.

VALBUENA, L. & VERA, M. L. ; 2002. The effects of thermal scarification and seed storage on germination of four heathland species. *Plant Ecology*. 161: 137 – 144.

VAN STADEN, J.; JAGER, A. K. & STRYDOM A.; 1995. Interaction between a plant-derived smoke extract, light and phytohormones on the germination of light-sensitive lettuce seed. *Plant Growth Regul.* 17: 213 – 218.

VAN STADEN, J.; JAGER, A.K., LIGHT, M.E.; & BURGER, B. V.; 2004. Isolation of the major germination cue from plant- derived smoke. *South African Journal of Botany*. 70 (4): 654 – 659.

VERA, M. L. y OBESO, J.R.; 1995. Regeneración de un brezal atlántico de cabo de Peñas después de un incendio en el norte de España. Dep. Botánica. Universidad de Oviedo. *Pirineos*. 143- 144: 87 – 98.

VERA, M. L.; 1997. Effects of altitude and seed size on germination and seedling survival of heathland plants in north Spain. *Plant Ecology*. 133: 101 – 106.

WHITTAKER, E. & GIMINGHAM, C. H.; 1962. The effects of fire on regeneration of *Calluna vulgaris* (L.) Hull. From seed. *J. Ecol.* 50: 815 – 822.

TRATAMIENTO	ESPECIE								
	Calluna vulgaris	Erica ciliaris	Erica cinerea	Erica erigena	Erica scoparia	Erica tetralix	Erica umbellata	Erica vagans	
% Germinación	Control	6,31	27,74	0,00	0,80	58,40	44,44	18,40	10,67
	80°C 5'	20,00	26,00	0,00	4,80	41,60	58,67	1,60*	13,33
	80°C 10'	12,67	55,33*	0,00	4,00	65,60	66,00	1,60*	10,00
	110°C 5'	22,18	62,07*	0,00	8,80	64,80	44,20	0,80*	10,00
	110°C 10'	36,96*	54,16*	0,00	6,40	60,80	42,00	6,40	2,00
	150°C 5'	13,33	21,33	0,00	3,20	70,40	5,00*	12,80	0,00
	150°C 10'	0,00	0,67*	0,00	16,00	58,40	0,00*	2,40*	0,67
	Humo 5'	21,35	34,67	0,00	11,20	88,00	31,47	12,00	14,67
	Humo 10'	19,00	30,67	0,00	15,20	61,60	48,44	33,60*	20,00
	Humo 15'	7,54	22,53	0,00	15,20	52,00	13,62*	33,60*	11,33
Tiempo medio de germinación	Control	77,89	46,71	0,00	19,00	32,83	43,44	33,86	52,75
	80°C 5'	75,67	43,44	0,00	47,83	38,94	37,67	84,00	47,85
	80°C 10'	69,37	25,95	0,00	60,40	35,76	35,35	57,50	53,27
	110°C 5'	75,16	24,40	0,00	49,82	27,52	37,48	84,00	57,07
	110°C 10'	70,24	25,79	0,00	74,25	38,88	32,24	47,50	49,00
	150°C 5'	59,00	32,00	0,00	53,50	38,06	34,80	73,75	0,00
	150°C 10'	0,00	11,00	0,00	49,05	31,11	0,00	75,67	63,00
	Humo 5'	57,79	36,59	0,00	31,43	35,96	44,94	74,60	40,09
	Humo 10'	69,11	34,21	0,00	41,37	37,26	41,96	69,38	43,60
	Humo 15'	67,43	31,64	0,00	36,32	39,52	23,17	70,48	43,47
T 50	Control	84	46	-	19	28	35	24	46
	80°C 5'	77	37	-	45	31	30	77	42
	80°C 10'	70	21	-	52	31	23	24	56
	110°C 5'	74	21	-	42	24	30	84	56
	110°C 10'	74	21	-	90	31	23	45	35
	150°C 5'	56	25	-	52	31	32	77	-
	150°C 10'	-	11	-	40	24	-	84	63
	Humo 5'	55	37	-	28	31	42	90	40
	Humo 10'	77	28	-	31	31	37	68	42
	Humo 15'	79	28	-	35	31	21	77	38
T 90	Control	90	86	-	19	54	84	56	72
	80°C 5'	84	77	-	90	56	84	90	70
	80°C 10'	88	46	-	90	54	79	90	67
	110°C 5'	90	49	-	77	42	65	84	77
	110°C 10'	84	51	-	90	59	65	90	84
	150°C 5'	81	49	-	90	77	63	90	-
	150°C 10'	-	11	-	77	52	-	84	63
	Humo 5'	90	49	-	35	52	79	90	59
	Humo 10'	90	60	-	84	77	84	90	59
	Humo 15'	84	44	-	45	89	28	90	70
Vigor	Control	1,28	2,95	-	5,26	3,11	3,10	3,68	2,11
	80°C 5'	1,35	2,87	-	2,03	2,78	3,84	1,20	2,19
	80°C 10'	1,49	4,85	-	2,09	3,03	4,16	2,63	1,97
	110°C 5'	1,49	5,04	-	2,39	3,95	3,46	1,19	1,74
	110°C 10'	1,62	4,77	-	1,67	2,90	4,05	2,75	2,20
	150°C 5'	1,83	3,68	-	2,43	3,17	3,87	1,47	-
	150°C 10'	-	9,09	-	2,46	3,64	-	1,36	1,59
	Humo 5'	1,93	3,19	-	3,37	3,16	2,69	0,99	2,91
	Humo 10'	1,59	3,53	-	2,71	3,02	3,60	1,53	2,57
	Humo 15'	1,78	3,36	-	2,80	2,93	4,89	1,56	2,78

Tabla 1: Valores de germinación, tiempo medio de germinación (días), T50 (tiempo necesario para obtener el 50% de germinación), T90 (tiempo necesario para obtener el 50% de germinación) y Vigor medio de las especies estudiadas transcurridos los 3 meses del ensayo.(\* indica diferencias significativas respecto al control).

[Consultar Gráficos](#)