



Universidad de Santiago de Compostela
Escuela Politécnica Superior de Lugo
Departamento de Botánica

Efecto del fuego sobre la germinación y el banco
de semillas edáfico de Ericáceas de Galicia

Araceli Iglesia Rodríguez
Lugo, Octubre de 2010

ISBN 978-84-9887-618-5 (edición digital PDF)



ELVIRA A. DÍAZ VIZCAÍNO Profesora Titular del área de Botánica de la Universidad de Santiago de Compostela, INFORMA:

Que la Tesis Doctoral titulada **Efecto del fuego sobre la germinación y el banco de semillas edáfico de Ericáceas de Galicia**, realizada por Doña ARACELI IGLESIA RODRÍGUEZ, ha sido realizada bajo su tutela, y que informa favorablemente su presentación, dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lugo, 5 de Octubre de 2010

Vº Bº

La Directora de la Tesis Doctoral

Fdo.: Elvira A. Díaz Vizcaíno

Fdo.: Araceli Iglesia Rodríguez

La elaboración de este trabajo se ha extendido a lo largo de muchos años en los que he compartido el lugar de trabajo con varias decenas de personas. No podría citarlas a todas pero de todas ellas guardo buen recuerdo. Durante todo este tiempo el ambiente ha sido ejemplar. A Dolo y Borja me gustaría mencionarlos por ser los que en este momento están conmigo. A Javier por continuar trabajando en este tema. Gracias a todos.

Quiero agradecer de manera particular:

A la Dra. Elvira Díaz Vizcaíno, mi tutora, totalmente implicada en la dirección y realización de la tesis, desde el trabajo de campo hasta los últimos detalles de la elaboración del documento. Le agradezco igualmente su apoyo al margen de lo académico.

A las alumnas que han realizado sus proyectos de fin de carrera en el departamento, trabajando conmigo y aportando directamente a la elaboración de esta tesis: María José Hermida Castro y Noemí Naya Rey en los estudios del banco de semillas y María Fernández González en los ensayos de germinación.

Al profesor J. M. Colmenero por su asesoramiento en el tratamiento estadístico de los datos.

A las únicas personas que han estado desde el principio y todavía permanecen en el departamento y que siempre han sido un apoyo: Ignacio García y Teresa Cornide.

Quiero mencionar de manera especial a mis compañeros de los primeros tiempos, cada uno por su camino pero amigos en todo caso: Ana Viadé y Antonio Cascudo.

Gracias.

INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
I. 1.. Los matorrales en Galicia. Usos y conservación.....	1
I.1.1. Los matorrales en Galicia.....	1
I.1.2. La conservación de los ecosistemas de matorral.....	4
I. 2. Superficie forestal de Galicia.....	6
I. 3. Los incendios forestales.....	7
I.3.1. El fuego y sus efectos.....	7
I.3.2. Incendios forestales en Galicia.....	11
I. 4. Antecedentes y justificación del trabajo.....	13
OBJETIVO GENERAL.....	15
CAPÍTULO 1:	
ESTUDIO DEL EFECTO DEL FUEGO SOBRE LA GERMINACIÓN DE ERICÁCEAS	
1.1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.2. OBJETIVOS.....	27
1.3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	29
1.3.1. ...MATERIAL. Especies estudiadas.....	29
1.3.2. MÉTODOS.....	40
1.3.2.1. Obtención y preparación de las semillas.....	40
1.3.2.2. Realización de los tratamientos.....	42
1.3.2.3. Ensayos de germinación.....	45
1.3.2.4. Tratamiento de datos.....	47
1.4. RESULTADOS.....	53
1.4.1. Germinación control (sin tratamientos) de las especies estudiadas.....	53
1.4.1.1. Germinación control (sin tratamiento) el primer año.....	53
1.4.1.2. Efecto de la variabilidad interanual de la germinación control (sin tratamiento).....	59
1.4.1.3. Efecto del almacenamiento en la germinación control (sin tratamiento).....	65
1.4.2. Efecto de la temperatura sobre la germinación.....	70
1.4.2.1. Efecto de la temperatura en las especies estudiadas.....	70
1.4.2.2. Variabilidad interanual del efecto de la temperatura.....	83
1.4.2.3. Variabilidad con almacenamiento del efecto de la temperatura.....	99
1.4.3. Efecto del humo en la germinación.....	114
1.4.3.1. Efecto del humo en las especies ensayadas.....	114
1.4.3.2. Variabilidad interanual del efecto del humo.....	127
1.4.3.3. Variabilidad con almacenamiento del efecto del humo.....	140
1.5. DISCUSIÓN.....	153
1.6. CONCLUSIONES.....	169

**CAPÍTULO 2:
BANCO DE SEMILLAS**

2.1. INTRODUCCIÓN.....	173
2.2 . OBJETIVOS.....	179
2.3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	181
2.3.1. MATERIAL.....	181
2.3.1.1. Marco geográfico.....	181
2.3.1.2. Geología.....	183
2.3.1.3. Edafología.....	185
2.3.1.4. Clima.....	187
2.3.1.5. Comunidades estudiadas.....	192
2.3.1.6. Localidades estudiadas.....	200
2.3.2. MÉTODOS.....	202
2.3.2.1. Estudio del banco de semillas <i>in situ</i>	202
2.3.2.2. Estudio del banco de semillas <i>ex situ</i>	203
2.3.2.3. Tratamiento de datos.....	206
2.4. RESULTADOS.....	209
2.4.1. Banco de semillas <i>in situ</i>	209
2.4.1.1. Brezal Seco de <i>Erica scoparia</i>	210
2.4.1.2. Brezal Seco de <i>Erica vagans</i>	215
2.4.2. Banco de semillas <i>ex situ</i>	219
2.4.2.1. Brezal Húmedo de <i>Erica ciliaris</i>	219
2.4.2.2. Brezal Seco de <i>Erica scoparia</i>	224
2.4.2.3. Brezal Seco de <i>Erica vagans</i>	229
2.5. DISCUSIÓN.....	233
2.6. CONCLUSIONES.....	241
CONCLUSIONES GENERALES.....	245
BIBLIOGRAFÍA.....	247
ANEXO DE DATOS.....	269
ANEXO ESTADÍSTICO.....	285

I. 1. Los matorrales en Galicia: Usos y conservación

I.1.1 Los matorrales en Galicia

Históricamente en Galicia, el monte no sólo ha constituido un espacio de aprovechamiento económico, sino también una zona en la que se desarrollaba buena parte de la actividad cotidiana del mundo rural, propia de áreas vivas, integradas en la existencia de las comunidades y de las familias. Permanentemente, el monte era objeto de usos ganaderos y, periódicamente, las zonas de matorral eran cultivadas en un amplio sector de Galicia; de este modo, en las zonas montañosas, pero aún dentro del área potencial del bosque, eran numerosas las formaciones de matorral, como resultado de la degradación de este y de la mayor dificultad para su recuperación al tratarse de una zona límite. Leñadores, aserradores, carpinteros, zapateros, curtidores, carboneros, herreros, toneleros, forjas, hornos de cal y de teja, hornos comunales de pan, canteras de piedra, minas, etc., se nutrían de materias primas y combustibles provenientes de aquellos espacios (BOUHIER, 1984; REY, 1995).

Ya en la Edad Media el paisaje gallego se caracterizaba por el predominio del matorral y la discontinuidad de las masas arboladas; predominio que alcanzó un 75% desde el siglo XVIII hasta comienzos del siglo XX (VALDÉS y GIL, 2001). En esta época el monte constituía un importante recurso, utilizado mayoritariamente de modo colectivo (BALBOA, 1990), e integrado en la agricultura tradicional, a la que sustentaba, proporcionando cama para el ganado, que se renovaba periódicamente sirviendo de abono para las agras, alimento para el ganado caballar cuando joven, y leña para calentar el horno de cocer el pan cuando maduro o senescente, entre otros usos.

En dicha época, el bosque climácico gallego, bosque caducifolio, robledal de *Quercus robur* L., sufrió pues varias deforestaciones, bien como consecuencia de la demanda de madera para la Armada y para las vigas del ferrocarril, de carbón vegetal para las fundiciones y de leña para las fábricas de curtidos, bien por el aumento de la agricultura extensiva como consecuencia del aumento de la población, lo que causa la expansión del matorral, principalmente de tojos y brezos (VALDÉS y GIL, 2001, CARBALLAS, 2003). Si los efectos del deterioro del bosque por parte las actividades humanas son reversibles, el brezal

evoluciona de forma que permite el retorno del bosque, y para evitar esto es sometido a pastoreo y quemas periódicas que permiten el mantenimiento de diferentes tipos matorral, que ecológicamente se interpretan como comunidades de sustitución (FRAGA *et al.*, 1990; IZCO y AMIGO, 2002).

Pero, si bien en Galicia gran parte de los brezales son el resultado de la degradación de los bosques climácicos, en algunas localidades las limitaciones de carácter edáfico o climático han motivado que los brezales se instalasen en lugares no precedidos por un tipo de vegetación forestal más complejo, como es el caso de los brezales desarrollados en las partes altas de los acantilados marinos, de aquellos que tapizan brañas y turberas, o de los de alta montaña. Estos brezales son considerados como comunidades “permanentes”, sin posibilidad de progresar hasta comunidades maduras de naturaleza arbórea, a diferencia de aquellos que son resultado de la intervención humana (FRAGA *et al.*, 1990; IZCO y AMIGO, 2002; SAN MIGUEL *et al.*, 2008).

Algunos arbustos característicos del matorral en Galicia, como el tojo (*toxos*) o las retamas (*xestas*), fueron extensivamente sembrados por los campesinos desde el siglo XVIII hasta la década de 1950, mediante prácticas habituales como las estivadas (utilización del fuego con diferentes variantes con el objetivo principal de renovación de la cubierta de tojo o de *xesta*), o los cultivos temporales según un ciclo centeno-barbecho. Las plantas de matorral fueron utilizadas además para la producción de “esquilme” o “estrume”, indispensable para la preparación de la cama de ganado con el fin de obtener estiércol, que constituía el mejor y único fertilizante para las tierras agrícolas. El sotobosque y el matorral fueron también objeto de pastoreo (BOUHIER, 1984; BALBOA, 1990; CORNIDE *et al.*, 2005, 2006).

La explotación tradicional a lo largo del último siglo del monte en Galicia, considerablemente reducida en su último cuarto, se ha venido basando en su utilización integrada en un sistema agrosilvopastoral adaptado a la diversidad de ambientes ecológicos, consistente en la explotación agrícola intensiva de las zonas bajas de las vertientes y fondos de valles, aprovechando los aportes de elementos solubles arrastrados por las aguas de escorrentía e infiltración y los que el hombre añadía en forma de esquilmo. Los pueblos, o aldeas, de estructura compacta, se emplazaban a media ladera, preferentemente en solana, aprovechando los rellanos o rupturas de pendientes o bien, si la topografía lo permitía, en el fondo del valle. Las huertas se intercalaban entre las

edificaciones y rodeaban la aldea, dando paso inmediatamente a los *soutos* de castaño y los campos de centeno. Más allá, hacia la cumbre, se extendía el espacio dominado por el matorral, quemado periódicamente para realizar las rozas o regenerar los pastos y obtener el esquilmo (Figura 1) (BOUHIER, 1984; GUITIÁN, 1993).

Las deforestaciones fueron contrarrestadas en la segunda mitad del siglo XX con repoblaciones masivas de comunidades mono-específicas de pinos y eucaliptos, especies pirófitas favorecedoras de los

incendios forestales. Por este motivo, a partir de 1950-1960 las estivadas fueron prohibidas por parte de la Administración, que le atribuyó desventajas, como provocar procesos de erosión por las aguas de escorrentía y destruir el humus y la vida microbiológica del suelo, entre otras. Sin embargo estas críticas no eran totalmente fundadas, ya que los labradores no hacían sus estivadas al azar, sino que respetaban los equilibrios naturales, y tampoco se hacían en vertientes de gran pendiente, por lo que los fenómenos de escorrentía y erosión no eran más importantes que en las tierras de cultivo ordinarias. Además, las estivadas tenían como consecuencia reducir la acidez de los suelos fuertemente húmiferos y favorecer para los años siguientes la nitrificación, a lo que ayudaban también las leguminosas plantadas, que hacen el suelo más rico en nitrógeno (BOUHIER, 1984; CARBALLAS, 2003).

Otros factores, como la disminución de la mano de obra, fueron los causantes del abandono de prácticas como la obtención de combustibles, el cultivo temporal o la obtención de “esquilme” (también mermada su disponibilidad y calidad debido a las repoblaciones forestales). El uso de otros combustibles como medio de calentamiento, el uso masivo de fertilizantes

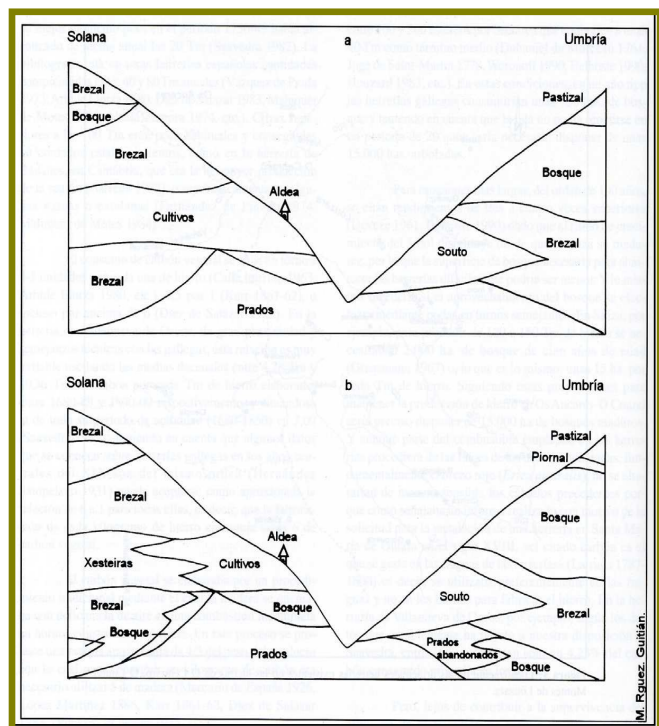


Figura 1. Evolución de los usos de los suelos en las inmediaciones de una aldea de montaña oriental lucense; a: situación a principios de siglo XX, b: situación a finales del siglo, según GUITIÁN (1993).

minerales en detrimento de los orgánicos, la disminución de la ganadería extensiva y la proliferación de establos industriales para la cría de ganado, que disminuye el pastoreo y produce otro tipo de fertilizante orgánico, el purín, para cuya obtención no es necesaria la cama, fueron causas también importantes del abandono de los usos tradicionales del monte (CARBALLAS, 2003).

Consecuencia de todos estos hechos es el abandono del cuidado de los montes y la acumulación de enormes cantidades de materiales vegetales, algunos de los cuales son altamente combustibles, lo que favorece la proliferación de los incendios forestales (CARBALLAS, 2003).

I.1.2. La conservación de los ecosistemas de matorral

La conservación de la diversidad biológica fue definida como prioridad en 1972, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo, pero no fue hasta veinte años después que se puso a la firma el Convenio sobre la Diversidad Biológica (5 de junio de 1992), durante la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro.

En este contexto, la Unión Europea ha emitido la denominada Directiva Hábitats: 92/ 43 /CEE que establece ZEC (zonas Especiales de Conservación). En la Tabla 1 se muestran los códigos de los hábitats de brezales y matorrales de la zona templada de interés para conservación recogidos en esta Directiva.

En base al establecimiento de estos espacios, así como los designados según la Directiva Aves: 79/ 409 /CEE, se establece la red ecológica europea de áreas de conservación de la biodiversidad: Red Natura 2000. Esta red se erige como el principal instrumento para la conservación de la naturaleza en el contexto europeo según la Directiva Hábitats. Su finalidad es asegurar la supervivencia a largo plazo de las especies y los hábitats más amenazados de Europa, contribuyendo a detener la pérdida de la diversidad ocasionada por el impacto adverso de las actividades humanas.

El Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, incorporó al ordenamiento jurídico interno español lo dispuesto en la Directiva Hábitats, dando carta de

naturaleza legal a la red Natura 2000 en España, sufriendo posteriores modificaciones.

A nivel autonómico esta legislación se transpone en la Ley 9/2001, de 21 de Agosto, de conservación de la naturaleza. Esta ley gallega recoge en el artículo 16, entre otras, la figura de Zona de Especial Protección de los Valores Naturales, que establece el nivel mínimo de protección de los espacios de la Red Natura.

Finalmente, la reciente Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que aún no ha sido adaptada a nivel autonómico, considera a los espacios de la Red Natura 2000 como componentes del Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Tabla 1: Hábitats de brezales y matorrales de la Zona templada según el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE. (Código del hábitat según Natura 2000,*) Hábitat prioritario, (+) Hábitat presente en Galicia.

4. BREZALES Y MATORRALES DE LA ZONA TEMPLADA	
Código	Designación del hábitat
4010	Brezales húmedos atlánticos septentrionales de <i>Erica tetralix</i>
4020	*Brezales húmedos atlánticos de zonas templadas de <i>Erica ciliaris</i> y <i>Erica tetralix</i> +
4030	Brezales secos europeos +
4040	*Brezales secos atlánticos costeros de <i>Erica vagans</i> +
4050	*Brezales macaronésicos endémicos
4060	Brezales alpinos y boreales +
4070	*Matorrales de <i>Pinus mugo</i> y <i>Rhododendron hirsutum</i> (<i>Mugo-Rhododendretum hirsuti</i>)
4080	Formaciones subarbusivas subárticos de <i>Salix spp.</i>
4090	Brezales oromediterráneos endémicos con tojos +

I.2. Superficie forestal de Galicia

Galicia posee una superficie forestal superior a dos millones de hectáreas, de las cuales casi una cuarta parte está cubierta en la actualidad por vegetación de matorral; según datos de la Xunta de Galicia, (de las 2.039.574 ha, 634.123 ha son monte desarbolado, CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE, 2001), en 2001 este tipo de superficie suponía aproximadamente 530.000 ha (XUNTA DE GALICIA, 2001), mientras que casi una década después, se habría incrementado hasta casi las 650.000 ha (CONSELLERÍA DE MEDIO RURAL, 2010), aunque hay que tener en cuenta que los criterios para definir zonas arboladas y desarboladas pudieron variar entre la toma de ambos datos, en la Figura 2 se muestran los datos correspondientes al año 2006. En zonas montañosas, en las que la vegetación potencial es el bosque, son numerosas las formaciones de matorral, como resultado de la degradación de éste por la actividad humana y de la mayor dificultad para su recuperación al tratarse de zonas con características limitantes, sobre todo relacionadas con la altitud. La expansión de los matorrales se suele asociar históricamente a prácticas culturales, y a su antigüedad en Galicia, donde la mayor parte de la vegetación alberga una larga historia de alteración en intervalos frecuentes (REYES *et al.*, 2000), es notable; por ejemplo, la siembra de tojos que se produjo desde el siglo XVIII, y que tuvo como lógica consecuencia un

notable aumento en la superficie cubierta por dicha especie, cuya utilización estuvo perfectamente integrada en la agricultura tradicional (BOUHIER, 1979, 1984; SINEIRO, 1983); siendo de destacar que la superficie cubierta por matorral llegó a cubrir el 75% del territorio gallego (VALDÉS y GIL, 2001).

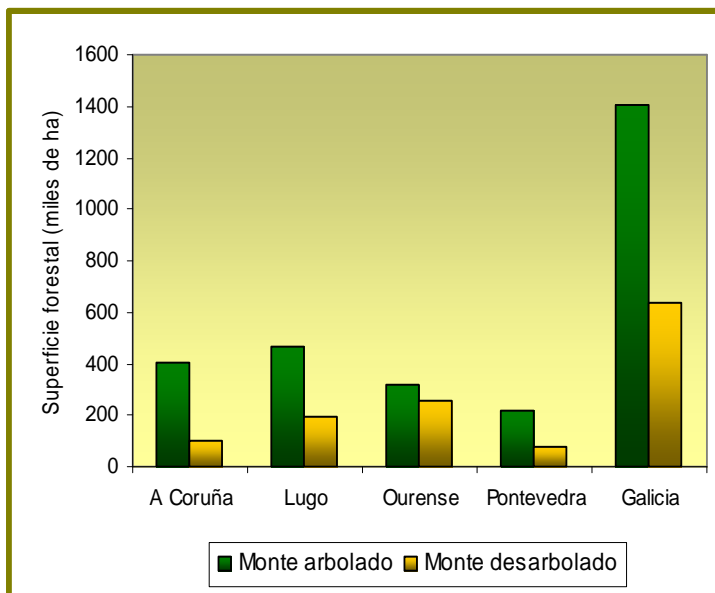


Figura 2: Superficie forestal arbolada y desarbolada de Galicia y por provincias en 2006. (CONSELLERÍA DE MEDIO RURAL, 2010). (Superficie total de Galicia: 2.039.574 ha).

I.3. Los incendios forestales

I.3.1. El fuego y sus efectos

El fuego es, sin lugar a dudas, una de las perturbaciones más importantes a las que están sometidos todos los ecosistemas terrestres del mundo (DE BANO *et al.*, 1998; BOND *et al.*, 2005). Actúa sobre diferentes elementos que componen dichos sistemas, pero lo hace de forma especial sobre la vegetación, ya que destruye en parte o totalmente la biomasa (aérea y radical) de las plantas a su paso, y sobre el suelo, propiciando su degradación.

Las zonas de clima mediterráneo existentes en todo el mundo son especialmente sensibles a este fenómeno, que se presenta en ellas tanto de forma natural como debido a la actividad antrópica; este hecho puede deberse, en parte, a la aridez que aparece en este tipo de clima o a los prolongados periodos de sequía estival que acontecen cada año (TRABAUD, 1981). Así, se acepta comúnmente, el papel que el fuego tiene en estas zonas como agente controlador de la dinámica y la estructura de la vegetación (NAVEH, 1975; TÁRREGA y LUIS - CALABUIG, E. (1987) LLORET, 2004; BAEZA *et al.*, 2007).

El fuego ha sido empleado desde hace varios miles de años en el aprovechamiento agroganadero de terrenos forestales de áreas mediterráneas (LUIS-CALABUIG *et al.*, 2000; FERNÁNDEZ-ABASCAL *et al.*, 2004; LLORET, 2004). Las razones de tan antiguo uso pueden relacionarse con lo susceptible de estos ecosistemas al fuego o con el escaso esfuerzo que conlleva emplearlo como herramienta para eliminar, en parte o totalmente, la vegetación. Sin embargo, los datos de incendios de las últimas décadas, o al menos los existentes para España, sugieren un cambio en el régimen de los mismos, pasando a ser más numerosos y a afectar a una superficie mayor en los últimos años (PAUSAS *et al.*, 1999; VALLADARES *et al.*, 2005). Dicho cambio puede tener su explicación, según diversos autores, en razones tan variadas como modificaciones socio-económicas o del uso de la tierra (MORENO *et al.*, 1998), en el abandono paulatino de terrenos que tenían una actividad agraria, en el continuo éxodo rural hacia las ciudades que se ha producido desde mediados del siglo pasado en

muchas áreas de nuestra geografía o en el calentamiento global (PAUSAS y VALLEJO, 1999; VALLADARES *et al.*, 2005).

El fuego es un agente ecológico que afecta a la atmósfera por emisión de compuestos nitrogenados y carbonados, como han demostrado distintos autores (LOBERT *et al.*, 1990; RYAN, 1991; KUHLBUSH *et al.*, 1991); a los recursos hídricos modificando la conductividad hidráulica (COELHO *et al.*, 1990); a la cantidad de lluvia interceptada (DÍAZ-FIERROS *et al.*, 1990), lo que se traduce en un incremento en el agua de escorrentía superficial (SOTO, 1993), y se refleja en la dinámica fluvial. El fuego afecta también al suelo, que pierde elementos por volatilización, por eluviación de cenizas, por erosión y por lavado (VEGA *et al.*, 1982; BARÁ y VEGA, 1983; DÍAZ FIERROS *et al.*, 1990; SOTO, 1993; DÍAZ FIERROS, 2006), afectando también a sus propiedades biológicas, físicas (GIOVANNINI *et al.*, 1990), y químicas; entre las que destacan la pérdida de nutrientes y las variaciones del pH (VEGA *et al.*, 2001).

Los efectos del fuego sobre la fauna se reflejan, bien en una mortalidad directa, bien como resultado del cambio drástico que se produce en la estructura del medio, lo que puede perjudicar a muchas especies, de modo que la posterior dinámica de renovación faunística va a estar condicionada por la recuperación vegetal tras el fuego (LÓPEZ y GUITIÁN, 1988; ARRIZABALAGA *et al.*, 1993; FONS *et al.*, 1993; IZHAKI y ADAR, 1994; ABEL y PONS, 1998).

El fuego afecta a comunidades y especies vegetales, por ser combustibles susceptibles de arder, variando su efecto en función de la cantidad y calidad del vegetal, de la época de quema, del comportamiento del fuego y de las condiciones climáticas después del mismo (GIMINGHAN y SMIDT, 1983; TRABAUD, 1987a, b; NAVEH, 1990).

El fuego puede ser considerado como un factor ecológico al que las plantas se adaptan para sobrevivir y colonizar el medio (GIMINGHAN, 1972; MILES, 1979; TRABAUD, 1980a, b; GILL *et al.*, 1981; LEPART y ESCARRÉ, 1983); presentando características que constituyen también una adaptación a la sequía que sufren las zonas quemadas.

Entre estas adaptaciones citamos algunas que consideramos las más frecuentes; como la capacidad de rebrotar de cepa, la presencia de órganos subterráneos (rizomas, bulbos, lignotubérculos...), la aparición de corteza espesa, y la liberación de semillas o la estimulación de su capacidad germinativa después del paso del fuego. De este modo, se distinguen dos grupos de plantas en función de los mecanismos de regeneración que presentan tras esta perturbación, las especies rebrotadoras y las germinadoras (CUCÓ, 1987).

Son muchos los autores que consideran que el fuego ha jugado y sigue jugando un papel muy importante en el mantenimiento de comunidades de matorral (GILL, 1977; GILL *et al.*, 1981; LEPART y ESCARRÉ, 1983; TRABAUD, 1987a, b; NAVEH 1990), lo que también ocurre en Galicia, en donde los incendios, junto con otras prácticas como son el pastoreo, la retirada de biomasa y la siembra de *Ulex* sp. y *Cytisus* sp. han contribuido a la importancia paisajística de dichas comunidades; por lo que la mayoría de los matorrales gallegos son comunidades seminaturales, muy relacionados con la intervención humana.

En cuanto a sus estrategias de regeneración, habitualmente las especies arbustivas son clasificadas como rebrotadoras o no rebrotadoras en función de su capacidad de supervivencia a perturbaciones severas en su parte aérea, como son los incendios forestales, la roza o una intensa actividad herbívora (TRABAUD, 1987a, b; BOND y VAN WILGEN, 1996; VESK y WESTOBY, 2004; VESK *et al.*, 2004). Esta distribución dicótoma resulta útil para clasificar la respuesta de las plantas tras daño severo, y proporciona un marco adecuado para estudios ecológico-funcionales (PAUSAS *et al.*, 2004); sin embargo, dentro de las rebrotadoras, dicha respuesta no es similar en todas las especies (LÓPEZ-SORIA y CASTELL, 1992; LE MAITRE *et al.*, 1992), por lo que una segunda clasificación en débiles y fuertemente rebrotadoras facilita la modelización de la respuesta de la vegetación en función de la intensidad de la perturbación (VESK y WESTOBY, 2004).

Pero además, la respuesta de las rebrotadoras, débiles o fuertemente rebrotadoras, es variable en función de la intensidad y/o frecuencia de las sucesivas perturbaciones (ZAMMIT, 1988; CANADELL y LÓPEZ-SORIA, 1998; RIBA, 1998). Así, por ejemplo, en experimentos en los que se aplicaron altas temperaturas a cepas de *Erica multiflora*, se observó un incremento de la

mortalidad de individuos que era directamente proporcional a las temperaturas y el tiempo de exposición (LLORET y LÓPEZ-SORIA, 1993). Por lo tanto, posibles diferencias en la respuesta a perturbaciones frecuentes y/o recurrentes entre especies rebrotadoras que forman parte de una misma comunidad, producirá cambios importantes en su abundancia e incluso en su composición, resultando comunidades dominadas por especies fuertemente rebrotadoras, como es el caso de muchos matorrales (KEELEY, 1986; TRABAUD, 1991; CLEMENTE *et al.*, 1996).

Las estrategias de regeneración tras perturbación, particularmente incendio son, por tanto dos: el rebrote y la germinación. Muchos individuos, siguiendo la primera estrategia, rebrotan a partir de estructuras aparentemente calcinadas o de otras protegidas por el suelo, lo que facilita la rápida recuperación de la comunidad; así muchas plantas leñosas rebrotan a partir de estructuras subterráneas como bulbos, rizomas, cuellos de la raíz, cepas o lignotubérculos (engrosamiento en la base del tallo), cuyas yemas durmientes se desarrollan cuando se eliminan sus partes aéreas por perturbación (BOND y VAN WILGEN, 1996; DE BANO *et al.*, 1998). Entre dichas estructuras subterráneas, el lignotuber, lignotubérculo o cepa parece tener un papel destacado en algunas Ericáceas, especialmente en las de porte elevado, y se han establecido relaciones positivas entre el área del lignotuber y el número de rebrotes en *Arbutus unedo* L., *Erica arborea* L., *Erica multiflora* L. y *Erica australis* L. (LLORET, 2004). Como se ha demostrado en *Arbutus unedo* L. y *Erica arborea* L. (CANADELL y LÓPEZ-SORIA 1998), y en *Erica australis* L. (CRUZ y MORENO, 2001; CRUZ *et al.*, 2002, 2003) la función del lignotuber en el rebrote tras incendio estaría también relacionada con la capacidad de almacenamiento de nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio) y recursos (almidón) necesarios para desarrollar los nuevos brotes.

Se presenta a continuación en la Tabla 2 los tipos funcionales que presentan las principales especies de matorral de Galicia en base a sus estrategias regenerativas, elaborada por REYES y CASAL (2008). Esta tabla ha sido ampliada por ROCES (2009) incluyendo *Erica australis* dentro del tipo funcional dependiente de rebrote, teniendo en cuenta su escasa respuesta germinativa en relación al fuego, que ha sido también constatada por IGLESIA *et al.* 1998b y DÍAZ VIZCAINO *et al.* 2006. Las autoras proponen cuatro tipos funcionales de regeneración: (Dependientes del Fuego (FD): germinación y rebrote estimulado por el fuego, Dependientes del rebrote (RD): el fuego

estimula solamente el rebrote, Dependientes de la Germinación (GD): el fuego estimula sólo la germinación, Sensibles al Fuego (FS): el fuego no modifica ni la germinación ni el rebrote.

Tabla 2: Tipos funcionales presentes en Galicia (REYES y CASAL, 2008), ampliado por ROCES (2009).

TIPOS FUNCIONALES	ESPECIES
Dependientes del Fuego Germinación ↑Rebrote↑	<i>Ulex europaeus</i> L., <i>Ulex gallii</i> Planchon, <i>Ulex minor</i> Roth., <i>Ulex micranthus</i> (Lange) Nyman, <i>Cytisus multiflorus</i> (L' Hèr) Sweet, <i>Cytisus scoparius</i> L., <i>Pterospartum tridentatum</i> (L.) Willk., <i>Genista berberidea</i> Lange, <i>Genista triacanthos</i> Brot., <i>Halimium lasianthum</i> (Lam.) Spach, <i>Erica vagans</i> L., <i>E. ciliaris</i> Loeffl. Ex L.
Dependientes de Rebrote Rebrote ↑	<i>Agrostis curtisii</i> Kerguelen, <i>Avenula marginata</i> (Lowe) J. Holub, <i>Pseudarrhenatherum longifolium</i> (Thore) Rouy, <i>Erica erigena</i> R. Ross, <i>Erica scoparia</i> L., <i>Erica tetralix</i> L., <i>Daboecia cantabrica</i> (Huds) K. Koch., <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull <i>Erica australis</i> L.
Dependientes de Germinación Germinación ↑	<i>Cytisus striatus</i> (Hill) Rothm., <i>Erica umbellata</i> L.
Sensibles al Fuego	

I.3.2. Incendios forestales en Galicia

La historia reciente de los incendios forestales en Galicia (Figura 3) se remontan a las primeras décadas del siglo XX (BAAMONDE, 2005), convirtiéndose en uno de los desastres ecológicos más importantes de esta comunidad, incrementándose sobre todo al llegar a la década de lo setenta. En las décadas de los setenta y ochenta ardieron en Galicia 1.186.00 ha (545.000 arboladas y 641.000 rasas), con unas medias anuales de 54.000 ha (25.000 arboladas y 29.000 rasas) y con un promedio de 2.500 incendios por año.

A partir de 1985 y hasta 1989 la situación se agrava considerablemente pasándose en esos años a unas medias de superficie quemada que se aproximan a 90.000 ha (40.000 arboladas y 50.000 rasas) por año, llegándose a cifras máximas en 1989 donde se registran más de 9.000 incendios y se queman más de 200.000 ha, siendo este el año con más siniestralidad hasta el momento en la comunidad gallega (FERNÁNDEZ-COUTO, 2005). A partir de 1990 y coincidiendo con la creación del Servicio de Defensa contra Incendios Forestales (S.D.C.I.F.) estos valores disminuyen de manera notoria llegando a reducirse más de la mitad de la superficie quemada al año, hasta el año 2005, en el que se incrementa de nuevo el número de hectáreas destruidas por el fuego así como el número de incendios, (FERNÁNDEZ-COUTO, 2005) aunque es el año 2006 en el

que la situación se hace más preocupante pues, además del significativo aumento en las cifras, los incendios afectan en gran medida a zonas cercanas a núcleos de población, provocando una gran alarma social así como cuantiosas pérdidas en diversos sectores incluido el turístico, siendo de destacar también la envergadura de algunos de ellos, que hicieron necesaria la intervención de medios de extinción de distintas comunidades autónomas. El balance de los siguientes años, 2007, 2008 y 2009, muestra una marcada disminución en el número de incendios y sobre todo en el número de hectáreas quemado, si bien la superficie rasa quemada es importante en relación con la total (1.178 ha arboladas y 5.589 ha rasas).

De todos estos datos es de destacar la elevada contribución de la superficie quemada rasa al total, lo que pone de manifiesto el efecto del fuego sobre las comunidades de matorral en Galicia.

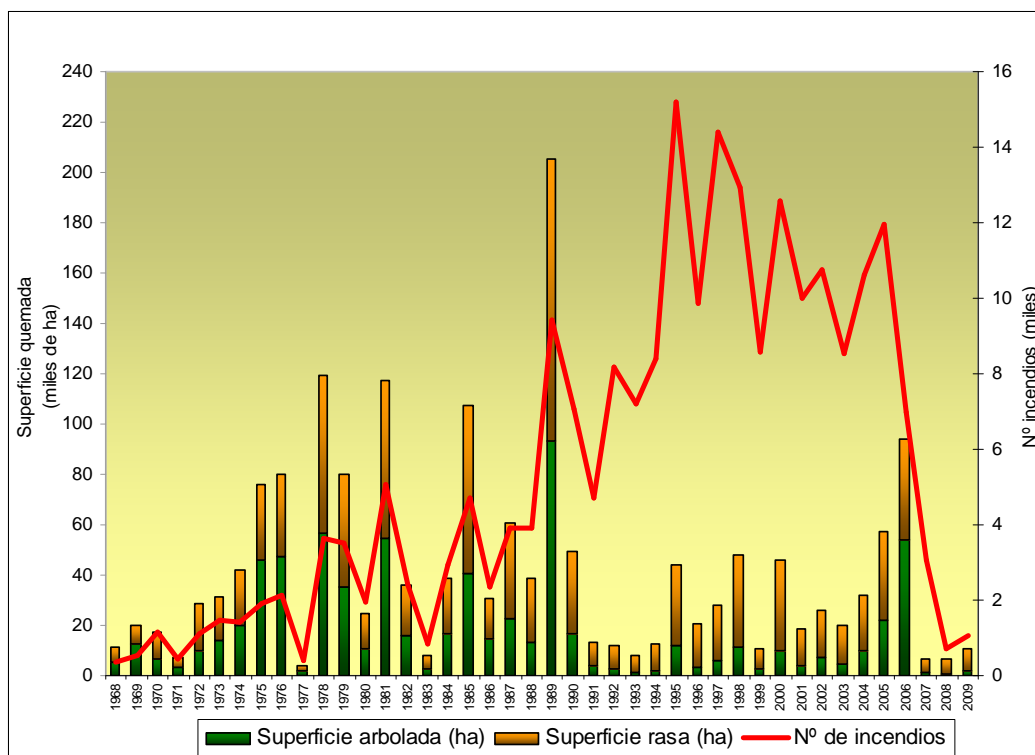


Figura 3: Superficie quemada en Galicia durante el periodo 1968-2009*. Datos facilitados por la Consellería do Medio Rural, Dirección Xeral de Montes. Subdirección de Incendios Forestales. Xunta de Galicia.

I. 4. Antecedentes y justificación del trabajo

Diferentes autores han estudiado el efecto del fuego en ecosistemas de matorral de Galicia, analizando la regeneración de diferentes comunidades (CASAL *et al.* 1984, 1986, 1989, 1990; CASAL 1985, 1987; PEREIRAS, 1995; PEREIRAS *et al.* 1990; CASCUDO *et al.* 1998; IGLESIA *et al.* 1998a, b; DÍAZ VIZCAÍNO *et al.* 2002) abordando aspectos relativos a la composición cualitativa y cuantitativa de las comunidades vegetales que se instalan tras el fuego, su reestructuración, los patrones de sustitución a lo largo del tiempo, etc.

Aspectos parciales de esta dinámica han sido investigados por PUENTES *et al.* (1985) que estudiaron la dinámica de plántulas de *Ulex europaeus* L., y PUENTES *et al.* (1987) que analizaron sus estrategias de regeneración. La respuesta a nivel específico tras incendio también ha sido estudiada, especialmente en cuanto a la germinación, (PEREIRAS *et al.*, 1985; GONZÁLEZ-RABANAL y CASAL, 1995; RIVAS *et al.*, 2006) siendo menos los estudios relativos al efecto de otras actividades tradicionales, como la roza. No obstante, esta respuesta a nivel específico sí que ha sido analizada en otras especies arbustivas de la Península Ibérica, algunas de ellas de la familia Ericáceas, como *Arbutus unedo* L., *Erica arborea* L., *Erica australis* L. y *Erica multiflora* L. (VILÁ *et al.*, 1994; VILÁ y LLORET, 1996; CRUZ y MORENO, 2001; CRUZ *et al.*, 2002, 2003; PAULA y OJEDA, 2006; VERA *et al.*, 2010).

La importancia de los estudios sobre formaciones de matorral en Galicia queda justificada si se considera que buena parte de su superficie forestal se encuentra ocupada por estas formaciones vegetales. Pero además, la mayoría de estas comunidades se corresponden con uno de los tipos de Brezales y Matorrales de Zona Templada de interés para conservación recogidos en la Directiva Hábitats (4020 Brezales húmedos atlánticos de zonas templadas de *Erica ciliaris* L. y *Erica tetralix* L.*, 4030 Brezales secos europeos (atlánticos y mediterráneos), 4040 Brezales secos atlánticos costeros de *Erica vagans* L.*, 4060 Brezales alpinos y subalpinos y 4090 Brezales oromediterráneos endémicos con aliagas (genisteas). En estas comunidades, de acuerdo con el Artículo 6 de dicha Directiva, y en las zonas especiales de conservación designadas, es necesario fijar las medidas de conservación necesarias que implicarán, en su caso, adecuados planes de gestión.

OBJETIVO GENERAL

Con este trabajo se pretende contribuir al conocimiento de los efectos ecológicos de los incendios forestales sobre matorrales atlánticos de interés para la conservación según la Directiva Hábitats. Para ello, se estudiará el efecto del fuego (temperatura y humo) sobre la germinación de semillas de Ericáceas características de dichas comunidades. Se evaluará además la variabilidad interanual de la germinación frente a estos factores y estos mismos efectos sobre semillas almacenadas.

Por otro lado se cuantificará la composición del banco de semillas edáfico y los cambios producidos por el fuego en el mismo. También se analizará cualitativa y cuantitativamente la emergencia de plántulas tras incendio en dichas comunidades.

Finalmente se evaluará en global el efecto del fuego sobre la estrategia regenerativa de las especies estudiadas y su repercusión a nivel de comunidad.

A la vista de estas repercusiones se pretende contribuir al establecimiento de las bases científicas para la gestión de hábitats de matorral prioritarios o de interés para la conservación presentes en Galicia.



1.1. INTRODUCCIÓN

El fuego y la germinación de las semillas: Temperatura y humo

El efecto del fuego sobre la germinación de las semillas y el establecimiento de nuevas plántulas por efecto del calor (choque térmico), ha sido ampliamente documentado. Numerosos trabajos han puesto de manifiesto que las elevadas temperaturas a que están sometidas las semillas en un incendio resultan importantes en relación con la germinación (TRABAUD, 1987a, b; KEELEY, 1991; HERRANZ *et al.*, 1998; TIEU *et al.* 2001; HANLEY *et al.*, 2003), de modo que dicho proceso se produce cuando el choque térmico asociado al fuego daña y escarifica la envuelta de la semilla, permitiendo así el intercambio de agua y gas, y facilitando la imbibición del embrión (THANOS y GEORGHIOU, 1988).

La estimulación de la germinación por efecto del calor está bien representada en arbustos y especies herbáceas, 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, dormición física, (PEREIRAS *et al.*, 1985; AÑORBE *et al.*, 1990; TÁRREGA *et al.*, 1992; BOSSARD, 1993; GONZÁLEZ-RABANAL y CASAL, 1995; HERRANZ *et al.*, 1998; NE’EMAN *et al.*, 1999; CASAL *et al.* 2001; CORNIDE, 2001; CORNIDE y DÍAZ VIZCAÍNO, 2005; CORNIDE *et al.*, 2005, 2006; VALBUENA y VERA, 2002; RIVAS *et al.*, 2006 y HANLEY 2009) estas características contribuyen a la prevención de la germinación en los períodos no favorables entre incendios forestales, de lo que resulta la formación de bancos de semillas de larga duración, dispuestas a instalarse preferentemente tras el siguiente incendio.

Su efecto en Ericaceae, interpretado también como una escarificación térmica, ha sido puesto de manifiesto por diferentes autores: SMALL *et al.* (1982); en *Erica umbellata*, GONZÁLEZ-RABANAL y CASAL (1995) en diferentes especies de tojales-brezales, por THOMAS y DAVIES (2002) en *Calluna vulgaris* y más recientemente por VERA *et al.* (2010) en *Erica australis*.

La respuesta germinativa a los choques térmicos ocasionados por el fuego varía entre especies, de modo que la germinación máxima puede obtenerse a una u otra temperatura según la especie, lo que proporciona diferente habilidad a las especies para germinar desde diferentes niveles de profundidad del suelo, en lo que también influye su tamaño (HANLEY *et al.*, 2003).

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, como ha sido demostrado inicialmente en *Audouinia capitata*, especie amenazada característica del *fynbos* sudafricano (DE LANGE y BOUCHER, 1990).

Tras esta investigación inicial, se ha demostrado que el humo estimula la germinación de numerosas especies en un rango muy amplio de comunidades a nivel mundial, incluyendo el *kwongan* australiano (ROCHE *et al.*, 1997), el chaparral californiano (KEELEY y FOTHERINGHAM, 1998a, b), el *fynbos* del Cabo occidental (BROWN, 1993; BROWN *et al.*, 2003) y el matorral Mediterráneo (CROSTI *et al.*, 2006; GÓMEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2008; REYES y TRABAUD, 2009; MOREIRA *et al.*, 2010). Dicha estimulación se produce en herbáceas (anuales, neófitos), arbustos y árboles de comunidades afectadas por el fuego, pero también en otras especies de interés agrícola como la lechuga, el arroz o la avena, de lo que se deduce su potencial utilización en este ámbito (VAN STADEN *et al.*, 1995a, b; JÄGER *et al.*, 1996a, b; BROWN y VAN STADEN, 1997; VAN STADEN *et al.*, 2000; LIGHT y VAN STADEN, 2004).

Tras la decisiva investigación inicial sobre el efecto estimulador del humo en la germinación, se han realizado investigaciones para identificar el principio activo presente en el humo responsable de dicho efecto, resultando difícil de aislar debido a los numerosos compuestos presentes en el humo y a que su concentración es mucho más baja que la de otros componentes del mismo (SUTCLIFFE y WHITEHEAD, 1995; JÄGER *et al.*, 1996a, b; KEELEY y FOTHERINGHAM, 1997; LIGHT *et al.*, 2002), siendo este aspecto relevante sobre todo cuando se aplica en proyectos de restauración (BOUCHER y MEETS, 2004). Enseguida se conoció que se trataba de un producto químico termoestable, de

larga permanencia en solución y muy activo a concentraciones muy bajas (BALDWIN *et al.*, 1994, VAN STADEN *et al.*, 2000). Finalmente, investigadores de Sudáfrica y Australia han caracterizado un butenolido muy activo a partir de humo de combustión de plantas (VAN STADEN *et al.*, 2004) y celulosa quemada (FLEMATTI *et al.*, 2004), que también se ha denominado karrikinolido (COMMANDER *et al.*, 2008). Este principio activo se puede formar quemando compuestos orgánicos ampliamente distribuidos (LIGHT *et al.*, 2005), y son varios los grupos de investigación que han conseguido sintetizarlo.

Son numerosos los estudios cuyo objetivo es conocer el modo de acción del humo en la germinación de las semillas, la mayoría de los cuales analizan las similitudes entre los efectos del humo y los de otros reguladores del crecimiento en plantas, particularmente giberelinas, de modo que dicho efecto ha sido descrito como una interacción similar a la de dichas hormonas.

Así, DREWES *et al.* (1995) y VAN STADEN *et al.* (1995 b) encuentran que el humo tiene un efecto similar a GA₃ en la sustitución de la luz roja en la estimulación de la germinación; de manera similar el butenólido estimula la germinación y sustituye a la luz en la germinación de Asteráceas australianas (MERRIT *et al.*, 2006), y estimula la germinación en malas hierbas (DAWS *et al.*, 2007). Estos últimos autores encuentran una relación significativa entre la respuesta al butenólido y a GA₃ en el desarrollo inicial de plántulas, siendo el primero más efectivo, sin que produzca una elongación de los nudos, como con GA₃, por lo que las plántulas que se desarrollan presentan un aspecto normal.

A pesar de la gran similitud en la respuesta de las semillas al butenolido/humo y a las giberelinas, pocas similitudes hay en la estructura química de ambos compuestos. Estas similitudes existen sin embargo entre el butenolido y las strigolactonas, que estimulan la germinación (DAWS *et al.*, 2008), por lo que su funcionamiento podría ser similar.

Otros estudios, menos numerosos, han abordado el efecto del humo sobre los niveles de hormonas endógenas. En esta línea GARDNER *et al.* (2001), KROCK *et al.* (2002), y SWHWACHTJE y BALDWIN (2004) han demostrado que el humo afecta la síntesis endógena de GA (giberelinas) y al contenido en ABA (ácido abscísico).

Además, MA *et al.* (2006) encuentran que el butenólido puede funcionar de manera similar a las auxinas, que juegan un papel importante en la embriogénesis y en el desarrollo de plántulas.

Por lo tanto, todos estos estudios sugieren similitudes entre el butenólido y las giberelinas, auxinas y strigolactonas. Según JAIN *et al.* (2008a) y LIGHT *et al.* (2009) no es sorprendente que una sola molécula presente propiedades análogas a las de varios reguladores de plantas, puesto que eso ocurre también en algunas proteínas señalizadoras, que pueden actuar en diferentes procesos. En este sentido, JAIN *et al.* (2008b) encuentra un efecto regulador del butenólido sobre los genes que codifican la expansión celular, proceso que ocurre en la germinación.

Según LIGHT *et al.* (2009) para analizar la importancia que el humo (y del butenólido) puede tener en el medio natural como regulador de la germinación, se hace necesario conocer su persistencia en el suelo, su concentración natural en hábitats sometidos al fuego, y su impacto potencial en la microbiología del suelo, entre otros aspectos. En este sentido STEVENS *et al.* (2007) encontraron que dicho compuesto se moviliza en el suelo y mantiene su bioactividad al menos a corto plazo.

El estudio del efecto del humo en Ericaceae ha sido abordado por diferentes autores BROWN *et al.* (1993), BROWN y VAN STADEN (1997), BROWN *et al.* (2003), que encuentran que algunas especies de esta familia responden positivamente al humo; así como por BROWN y BOTHA (2004) en unas 50 especies de Sudáfrica, clasificándolas en cuatro grupos según su nivel de respuesta al humo, y proponiendo además un protocolo de germinación para ellas, y THOMAS *et al.* (2007) en nueve especies de Ericáceas de diferentes tipos de brezales australianos.

Este efecto ha sido analizado en también en Ericaceae de la flora europea, como es el caso de *Erica arborea* por CROSTI *et al.* (2006), *Calluna vulgaris* (MAREN *et al.*, 2010) y *Erica umbellata*, *Erica terminalis* y *Erica multiflora* por MOREIRA *et al.* (2010).

La semilla. Germinación y dormición

La semilla es la fase de la vida de la planta mejor adaptada a resistir condiciones ambientales adversas. Es uno de los elementos más eficaces de dispersión de las diferentes especies, capaz de permanecer durante largos períodos de tiempo en un estado en el que las actividades vitales se reducen al mínimo, esperando que las condiciones ambientales se vuelvan favorables, dando lugar al proceso de germinación.

Básicamente una semilla se define como una unidad reproductora formada a partir de un óvulo fecundado, componiéndose de un embrión, sustancia nutritiva de reserva y cubierta protectora. Dentro del embrión se diferencian distintas partes (Figura 1): la plúmula, que dará lugar a las primeras hojas, la radícula, que dará lugar a la raíz principal, además de los

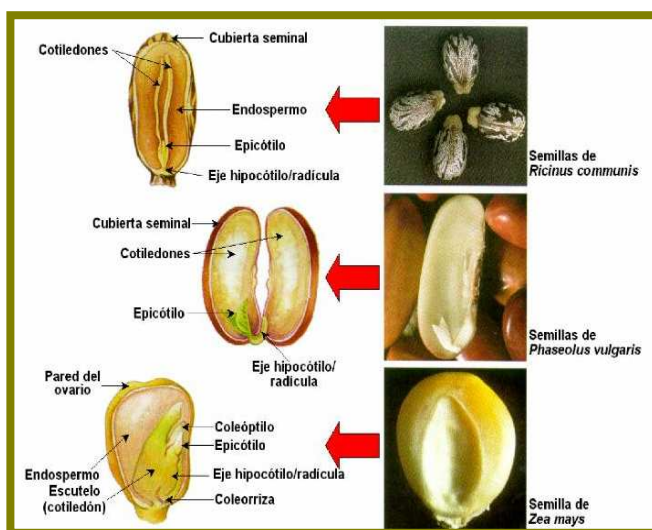


Figura 1.- Morfología de la semilla (Figura modificada a partir de MOORE *et al.*, 1998)

cotiledones que son dos hojas modificadas unidas al embrión por un nudo, con función alimenticia en los primeros estadios de desarrollo de las plántulas. En este último aspecto, existen diferencias entre las semillas de las Dicotiledóneas y las Monocotiledóneas en cuanto a su disposición, número y función.

La testa, es la cubierta externa de la semilla, con función protectora frente a situaciones adversas, participando en el control de la germinación. Existen grandes diferencias en cuanto a su histología, desde cubiertas membranosas y permeables, hasta cubiertas más gruesas e impermeables, como en el caso de las Leguminosas. Además, en la superficie externa de la semilla se reconoce un pequeño poro denominado micrópilo, a través del cual se ha realizado la fecundación. En cuanto al hilo, es una cicatriz que permanece en la semilla, en donde el óvulo estuvo unido al funículo, cuya soldadura al mismo se denomina rafe, que se corresponde con restos de los haces (FAHN, 1985, MOORE *et al.*, 1998).

La germinación puede ser definida como una serie de acontecimientos metabólicos y morfológicas que tienen como resultado la transformación de un embrión en una plántula que sea capaz de valerse por sí sola y transformarse en una planta. En la práctica decimos que la semilla ha germinado cuando emite la radícula, es decir, el eje embrionario reinicia su desarrollo (BARCELÓ COLL *et al.*, 2001).

Existen una serie de factores que afectan a la germinación de semillas y que podemos dividir en intrínsecos y extrínsecos. Dentro de los factores **intrínsecos** está la propia viabilidad de las semillas, que es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar, y que es extremadamente variable, dependiendo del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento de las mismas. Entre los factores **extrínsecos** podemos destacar: la temperatura, la luz, el agua, los gases, etc.

En ocasiones las semillas no pueden germinar aunque las condiciones en las que se encuentran sean en principio las adecuadas; la causa de esta incapacidad para germinar se debe a que en el interior de la semilla existen varios bloqueos que impiden que la radícula pueda emerger. Esta ausencia de germinación es lo que normalmente se designa por dormición de la semilla (NIKOLAEVA, 1969; RUBIRA y BUENO, 1996, BASKIN y BASKIN, 1998). La dormición es un proceso que impone un retraso temporal a la germinación de las semillas, proporcionando un tiempo adicional para su dispersión y asegurando la máxima supervivencia de la planta ante condiciones desfavorables (falta de agua, temperaturas elevadas o anoxia); de este modo, pueden permanecer aletargadas hasta que las condiciones sean favorables, lo que incrementa considerablemente sus posibilidades de sobrevivir.

Muchas especies poseen alguna dificultad para que germinen sus semillas, esto puede deberse a dos causas (PATIÑO *et al.*, 1983; WILLAN, 1991; BASKIN y BASKIN, 1998; MATILLA, 2008):

- Incapacidad de germinar debida a la ausencia de condiciones apropiadas; a este tipo de inhibición se le llama quiescencia o dormición adquirida, y también se denomina a este tipo de dormición secundaria o

impuesta, que se define como el bloqueo de la capacidad germinativa después de su dispersión.

A diferencia de la dormición primaria, la dormición secundaria suele estar relacionada con los ciclos anuales de dormición en los bancos de semillas del suelo. Su eliminación suele producirse cuando las condiciones medioambientales en el suelo son las adecuadas para germinar (MATILLA, 2008) Existen determinadas condiciones ambientales que contribuyen a la rotura de esta dormición, como pueden ser las elevadas temperaturas y sus fluctuaciones diarias; lo que ocurre en muchos ecosistemas cuando las semillas están sometidas a calor seco, como acontece en los veranos con escasas precipitaciones, y en el caso del fuego; o también las bajas temperaturas invernales, así como determinadas actuaciones de animales silvestres, o la acción microbiana (BASKIN y BASKIN, 1998).

- Incapacidad de germinar debida a ciertas condiciones intrínsecas de la semilla, aunque las condiciones del medio sean las adecuadas; esta es la llamada dormición innata o dormición orgánica, muy importante desde el punto de vista ecológico. Se llama también dormición primaria definida por el bloqueo de la germinación previo a la dispersión de la semilla.

Según NIKOLAEVA (1969, 1977) hay dos grandes tipos de dormición innata de las semillas: endógena y exógena, versión que según BASKIN y BASKIN (1998) se puede sintetizar tal como se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipos, causas y modos de ruptura de la dormición de las semillas. Fuente: BASKIN y BASKIN (1998).

Tipo		Causa	Ruptura
Dormición endógena	Fisiológica	Mecanismo de inhibición fisiológica (PIM) de la germinación	Estratificación templada y/o fría
	Morfológica	Embrión subdesarrollado	Condiciones apropiadas para el crecimiento o germinación del embrión
	Morfofisiológica	PIM de germinación y embrión subdesarrollado	Estratificación templada y/o fría
Dormición exógena	Física	Envuelta de la semillas impermeable al agua	Abertura de una estructura especializada
	Química	Inhibidores de la germinación	Lixiviación
	Mecánica	Estructuras leñosas limitan el crecimiento	Estratificación templada y/o fría

La **dormición exógena** incluye casos de retraso en la germinación debido a las propiedades físicas y químicas de las envueltas seminales. Se divide en:

- Dormición física: Las semillas de ciertas familias poseen testas que son impermeables al agua y oxígeno. Esas semillas pueden permanecer en el suelo durante períodos considerables de tiempo antes de que se den las condiciones que permitan su germinación. Bajo condiciones naturales, las actividades de la flora microbiana del suelo, junto con diversas influencias térmicas pueden ir poco a poco erosionando estas envueltas duras hasta conseguir hacerlas penetrables al agua. Sin embargo, este proceso puede durar varios años antes de que las semillas puedan germinar.

- Dormición mecánica: Se debe a la presencia de una envuelta dura que impide, por su resistencia mecánica, que el embrión pueda romperlo, y germinar. Para acelerar la germinación el pericarpio y/o la testa pueden ser eliminados manualmente o sometidos a varios tipos de tratamiento térmico.

- Dormición química: Se debe a la presencia de inhibidores que impiden la germinación. Tales inhibidores se encuentran con frecuencia en el pericarpio. La eliminación manual del pericarpio o la lixiviación de los frutos es suficiente para que se inicie la germinación de las semillas. En condiciones naturales esto ocurre en las estaciones lluviosas.

La **dormición endógena** está determinada fundamentalmente por las peculiaridades anatómicas, morfológicas y fisiológicas del propio embrión, distinguimos:

- Dormición morfológica: Se debe a un subdesarrollo del embrión. La germinación no tiene lugar, hasta que el embrión ha completado su desarrollo. Este proceso puede tener lugar bajo condiciones de estratificación a temperaturas adecuadas y puede durar desde algunos días a varios meses, este tipo de germinación se encuentra ampliamente distribuida.

- Dormición fisiológica; se debe fundamentalmente a una disminución de la actividad de los embriones. Las semillas que se encuentran en esta forma de dormición pueden salir de ella mediante almacenamiento seco, por un tratamiento frío o por un determinado tratamiento luminoso.

- Dormición morfofisiológica; en este tipo suele darse una combinación de inmadurez del embrión con algún problema fisiológico.

Se puede afirmar que en una gran mayoría de casos las semillas muestran una dormición combinada, es decir, una mezcla de dormición exógena y endógena; por lo que finalmente las semillas podrán presentar tres tipos concretos de dormición innata: exógena, endógena y dormición combinada.

La dormición depende pues, tanto de las características fisiológicas como de las características morfológicas de la semilla. Autores como MATILLA, (2008) sintetizan la propuesta de una clasificación que incluye cinco tipos de dormición: fisiológica (DF), morfológica (DM), morfofisiológica (DMF), física (Df) y combinatoria (DF+Df). La DF es la más abundante en todo tipo de semillas, y puede ser profunda o no. La DM se debe a un defecto en el crecimiento en el embrión, el cual permanece durmiente hasta que su desarrollo ha finalizado con éxito. Si la dormición se debe a una anomalía en el desarrollo del embrión y a la intervención de un componente fisiológico, se denomina DMF. La Df se debe a la impermeabilidad al agua de las células del tejido en empalizada de la cubierta seminal, responsable del control del movimiento del agua en imbibición; las cubiertas duras comprimen el embrión, que no suele ser durmiente (así acontece muchas Fabáceas), y le impiden germinar. Para provocar la germinación en semillas con Df es preciso proceder a la escarificación (rotura o ablandamiento) física o química, o ambas, de la cubierta. La DF+Df aparece en semillas con cubiertas duras y va acompañada de una dormición fisiológica del embrión.

La salida de la dormición en condiciones naturales no está causada por un único factor, e incluso semillas de una especie pueden salir de dicho estado bajo el efecto de condiciones diferentes (BARCELÓ COLL *et al.*, 2001). En este sentido, factores relacionados con el fuego, como la temperatura y el humo, son considerados como los principales estimuladores de la germinación, y su efecto está documentado en una gran variedad de especies de diferentes tipos de

ecosistemas, con semillas de morfología y tipo de dormición también muy variable (KEELEY, 1987; ROCHE *et al.*, 1997; BASKIN y BASKIN, 1998; KEELEY y FOTHERINGHAM, 1998a, 1998b; KENNY, 2000; BROWN *et al.*, 2003; CROSTI *et al.*, 2006; MOREIRA *et al.*, 2010).

1.2. OBJETIVOS

- ✓ Estudiar la germinación natural, en ausencia de tratamiento (control), de semillas de especies de Ericáceas características de comunidades de matorral de Galicia, analizando su variabilidad interanual y con el almacenamiento a corto plazo.

- ✓ Estudiar el efecto que sobre la germinación de dichas semillas tienen la temperatura y el humo, considerando estos factores como representativos del fuego, analizando también su variabilidad interanual y con el almacenamiento a corto plazo.

- ✓ Evaluar estos efectos: temperatura, humo, variabilidad interanual y almacenamiento en relación con la respuesta de las especies al fuego, y su correspondiente regeneración a nivel de comunidad.



1.3. MATERIAL Y MÉTODOS

1.3.1 MATERIAL. Especies estudiadas

Las especies estudiadas pertenecen a la familia de las Ericáceas que presentan las siguientes características según CASTROVIEJO *et al.* (1999):

Pueden ser árboles o arbustos, con hojas simples, alternas, verticiladas u opuestas, enteras o dentadas, planas o resolutas, sin estípulas, persistentes o caducas. Las flores son solitarias o en inflorescencias de tipo diverso, actinomorfas o ligeramente zigomorfas, hermafroditas. Tienen 4 o 5 sépalos, libres o unidos en la base, persistentes. La corola es gamopétala, tubular, urceolada o acampanada, con 4 o 5 lóbulos más o menos profundos, caduca o marcescente. Los estambres, en número igual o doble que el de los pétalos, insertos como la corola en un disco nectarífero, inclusos o exertos; filamentos libres o raramente soldados en su base a la corola; anteras dorsificadas o rara vez basifijas, disecas, apendiculadas o no, con dehiscencia foraminal o rimosa. Fruto en cápsula septicida o loculicida, baya o drupa, polispermo. Semillas a veces aladas, con endospermo carnoso.

Esta familia está integrada por más de 80 géneros y aproximadamente 2.800 especies de distribución cosmopolita, pero mejor representada en el Sur de África, Norte de América, el Himalaya y el SW de Europa.

Dentro de la familia anteriormente descrita, ocho de las especies estudiadas se incluyen dentro del género *Erica* y otra en el género *Calluna*.

Las especies del género *Erica* que son casi siempre arbustos, presentan hojas verticiladas, a veces algunas alternas, generalmente muy estrechas, casi aciculares, persistentes. Sus flores son actinomorfas o ligeramente zigomorfas con corola acampanada, urceolada o casi tubular, tienen 8 estambres, inclusos o exertos; cáliz más pequeño que la corola; ovario súpero. Fruto en cápsula dehiscente por cuatro valvas. Semillas muy pequeñas, globosas, ovoides o elipsoidales, ápteras, generalmente numerosas, pardo-amarillentas o pardo-rojizas.

El género *Calluna* incluye arbustos o subarbustos, más o menos pubescentes o subglabros, Hojas opuestas, sésiles, persistentes. Flores tetrámeras, con bractéolas, dispuestas en racimos más o menos terminales, espiciformes. Cáliz petaloideo, con las piezas libres. Corola acampanada, persistente después de la floración. 8 estambres, inclusos; anteras apendiculadas, con dehiscencia rimosa. Ovario súpero. Fruto en cápsula globosa, cuatrilocular con dehiscencia septicida, Semillas rugulosas, no aladas.

A continuación se incluye una clave adaptada para facilitar la identificación de las especies estudiadas, elaborada a partir de CASTROVIEJO *et al.* (1999). (Figura 2).

Ericaceae:	
1. Hojas opuestas o verticiladas.....	2
2. Flores con 8 estambres; hojas verticiladas u opuestas y, en este último caso, con 2 espolones en la base.....	3
3. Cáliz mayor que la corola, petaloideo; hojas opuestas, espolonadas en la base.....	<i>Calluna</i>
Cáliz más pequeño que la corola; hojas verticiladas, sin espolones.....	<i>Erica</i>
Género Erica:	
→ 1. 0 Anteras no apendiculadas, a veces rudimentarias o inexistentes.....	2
0 Anteras apendiculadas.....	7
→ 2. 0 Anteras basifijas, atenuadas en la base, de modo que no se aprecia la unión con el filamento; inflorescencias generalmente unilaterales.....	<i>Erica erigena</i>
0 Anteras dorsifijas – a veces muy cerca de la base -, no atenuadas inferiormente, de unión con el filamento muy neta; inflorescencias unilaterales o no.....	3
→ 3.0 Hojas elípticas o lanceoladas, ciliadas, blanquecinas por el envés; corola (6)8-10(13) mm, más o menos gibosa; racimos unilaterales oblongos.....	<i>Erica ciliaris</i>
0 Hojas lineares, generalmente sin cilios, tan revolutas que casi queda oculto el envés; corola 2-7 mm, sin giba; inflorescencias no unilaterales.....	4
→ 4.0 Corola verde o verde- amarillenta, de 2- 2.25mm; anteras indusas; estigma discoidal, peltado.....	<i>Erica scoparia</i>
0 Corola rosada, purpúrea o lila, raramente blanca de 2.5- 7mm; anteras generalmente exertas; estigma de estrechamente obcónico a capitado.....	5
→ 5.0 Pedicelos pelosos, muy rara vez glabros; hojas 2- 4.5mm, en verticilos de a 3; sépalos verdes, oblongo- lanceolados; bractéolas por lo general adosadas al cáliz.....	<i>Erica umbellata</i>
0 Pedicelos glabros; hojas 4- 11mm, en verticilos de 4-5; sépalos membranáceos, de ovados a lanceolados; bractéolas de en la parte media o inferior del pedicelo.....	6
→ 6.0 Sépalos 1-1.3mm; bractéolas generalmente opuestas; semillas globosas; corola 2.5 - 3.5mm; anteras 0.6mm, con tecas por lo general muy divergentes.....	<i>Erica vagans</i>
→ 7. 0 Ovario densamente peloso.....	8
0 Ovario glabro, rara vez algo peloso en el ápice.....	10
→ 8. 0 Hojas provistas de cilios largos, a menudo glandulíferos; corola urceolada; inflorescencias terminales, marcadamente unilaterales, sin involucre de bractéolas basales.....	<i>Erica tetralix</i>
0 Hojas no ciliadas; flores de forma y disposición varia.....	9
→ 9. 0 Corola subcilíndrica, algo curvada; apéndices de las anteras netamente dentados o laciniados; pedicelos 1.5- 2.5mm; inflorescencias con un involucre de bractéolas basales.....	<i>Erica australis</i>
→ 10. 0 Corola blanca o blanco-rosada, acampanada o tubular-acampanada, de 2-4.5mm; inflorescencias parciales con 1-3 flores, en el ápice de ramitas laterales, con un involucre de bractéolas basales; hojas lineares.....	11
0 Colora rosada, violeta o purpúrea, rara vez albina, tubular o urceolada, de (4)5-7,5(8) mm; inflorescencias terminales o en el ápice de ramitas laterales y sin involucre de bractéolas basales; hojas de lineares a ovado - lanceoladas.....	12
→ 11. 0 Pelos de los tallos en su mayoría denticulados o equinados; apéndices de las anteras de 0.2-0.4mm, papiloso-diloidado; corola 2-3.5mm.....	<i>Erica arborea</i>
→ 12. 0 Hojas en verticilos de a 3, glabras, más o menos lineares, generalmente con fascículos de hojas axilares; margen tan resuelto que oculta el envés; inflorescencia paniculiforme con inflorescencias parciales terminales y en el ápice de ramitas laterales.....	<i>Erica cinerea</i>

Figura 2: Clave adaptada de las Ericaceae a partir de Castroviejo et al. (1999), para las especies estudiadas.

- ***Calluna vulgaris* (L.) Hull** (Brezo, carpaza).

Se distribuye en brezales, matorrales, pastos o bosques claros, generalmente en suelos silíceos, desde 0 – 2000 (2700) m. Se extiende por Europa y Noroeste de África (Marruecos y Mauritania), introducida en el Norte de América. Casi toda la Península Ibérica, falta en Baleares. En Galicia se distribuye en las cuatro provincias.

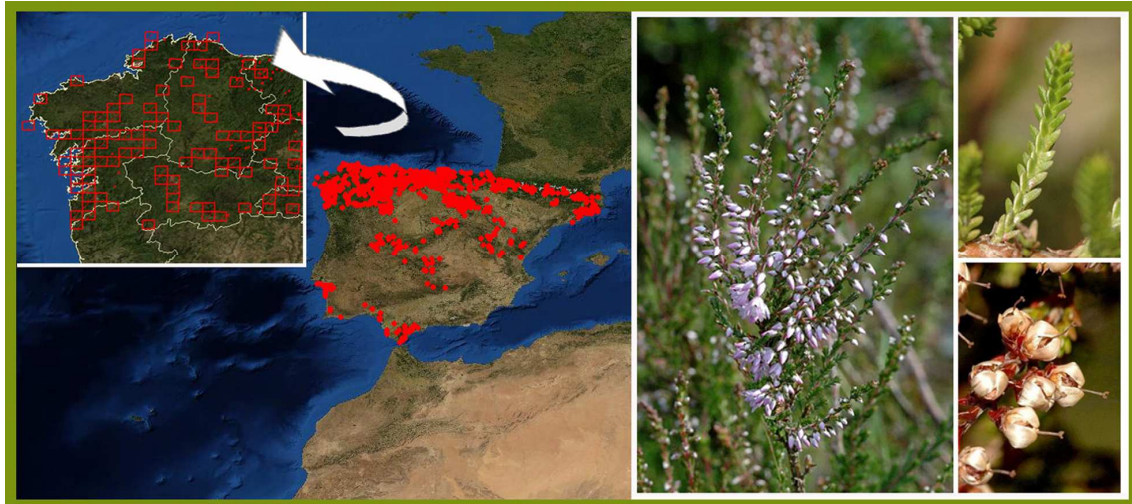


Figura 3: Mapa de distribución en la Península Ibérica y en Galicia de *Calluna vulgaris* (L.) Hull elaborado a partir de referencias bibliográficas recopiladas en REAL JARDÍN BOTÁNICO (2009). Fotografías de esta especie: porte y detalle de las hojas y el fruto.

- ***Erica arborea* L.** (Brezo blanco)

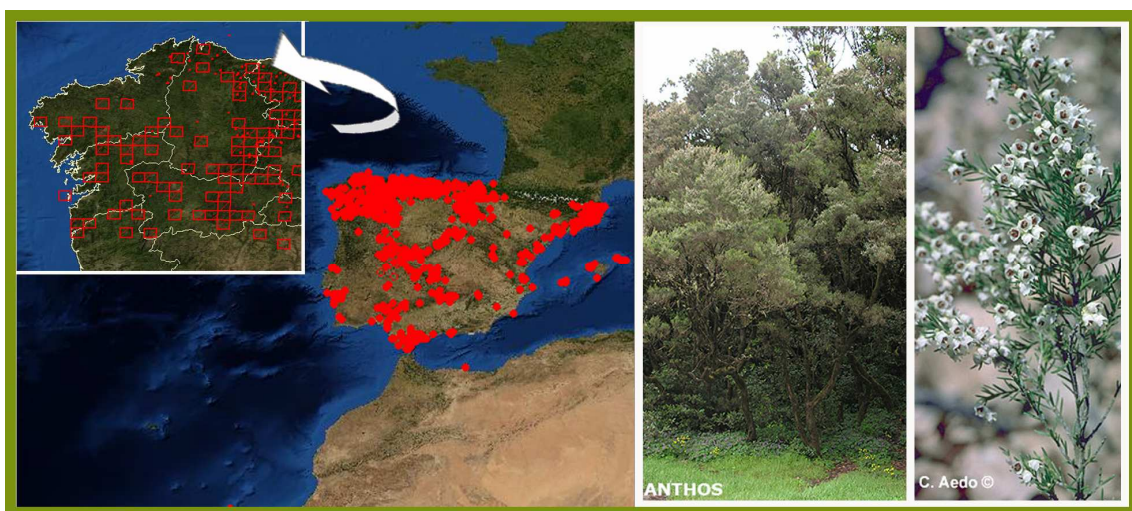


Figura 4: Mapa de distribución en la Península Ibérica y en Galicia de *Erica arborea* L. elaborado a partir de referencias bibliográficas recopiladas en REAL JARDÍN BOTÁNICO (2009). Fotografías de esta especie: porte y detalle.

Se distribuye por bosques aclarados, matorrales frescos y sombríos, preferentemente en suelos silíceos; desde 0-2000 m. Se extiende por la región mediterránea, Macaronesia, Norte y Este de África. Dispersa por casi toda la Península Ibérica; en la comunidad gallega esta especie aparece citada en las cuatro provincias, donde se le conoce entre otros nombres como “uz branca”.

Es una planta cultivada como ornamental, cuya madera es apreciada para la talla de obras menudas y en la fabricación de pipas de fumador; las cepas, en consecuencia, son buscadas por ebanistas. Se ha usado a veces en medicina popular como diurético.

- ***Erica australis* L.** (Brezo rubio)

Esta especie se encuentra en brezales, matorrales y bosques aclarados, en sustratos silíceos o, a veces, en suelos ultrabásicos; desde 0-2000 m. Se distribuye por NO de África y la Península Ibérica apareciendo por el Norte, Centro y mitad Oeste; en Galicia aparece citada en las cuatro provincias y es conocida como “uz vermella”. Es una planta melífera y cultivada como ornamental.



Figura 5: Mapa de distribución en la Península Ibérica y en Galicia de *Erica australis* L. elaborado a partir de referencias bibliográficas recopiladas en REAL JARDÍN BOTÁNICO (2009).. Fotografía detalle de esta especie.

- ***Erica ciliaris* Loeft. ex L.** (Argaña, carroucha)

Se distribuye en brezales y matorrales en suelos ácidos más o menos húmedos, a veces arenosos. Desde 0 – 800 (1800) m. Oeste de Europa, Norte de África. Oeste y mitad occidental de la Península, en las provincias atlánticas y subatlánticas. Planta cultivada como ornamental.



Figura 6: Mapa de distribución en la Península Ibérica y en Galicia de *Erica ciliaris* Loeft. ex L. elaborado a partir de referencias bibliográficas recopiladas en REAL JARDÍN BOTÁNICO (2009). Fotografías de esta especie: porte y detalle.

- ***Erica cinerea* L.** (Brezo ceniciento, queiroa, garroucha, carpaza, carrascina).

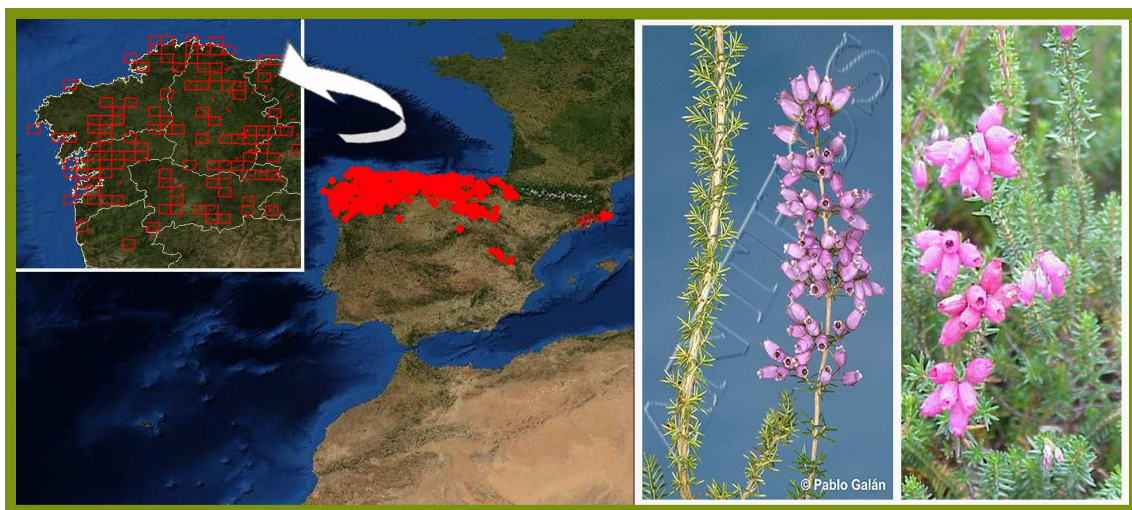


Figura 7: Mapa de distribución de *Erica cinerea* L. elaborado a partir de referencias bibliográficas recopiladas en REAL JARDÍN BOTÁNICO (2009). Fotografías de esta especie.

Aparece en brezales, pinares, robledales o carrascales aclarados, en terrenos silíceos o calizos lavados, a veces relativamente secos, de 0 – 1450 m. Oeste y centro de Europa, Liguria, Córcega, Transilvania e isla de Madeira, Mitad Norte de la Península Ibérica, más rara hacia el Este. *E. cinerea* es abundante en toda Galicia. Planta melífera, usada en medicina popular como diurético, en el tratamiento de la cistitis, y cultivada como ornamental.

- ***Erica erigena* R. Ross.**

Se encuentra en brezales y terrenos húmedos, a menudo en barrancos o junto a corrientes de agua, raramente en dunas subcosteras, a veces en substratos calizos, dolomíticos o ultrabásicos, de 0 – 900 (1200) m. Irlanda, Oeste de Francia (muy local, al N de Burdeos), En la Península Ibérica en Portugal, Galicia, Asturias, Levante y Andalucía.



Figura 8: Mapa de distribución en la Península Ibérica y en Galicia de *Erica erigena* R. Ross.. elaborado a partir de referencias bibliográficas recopiladas en REAL JARDÍN BOTÁNICO (2009).. Fotografías de esta especie.

- ***Erica scoparia* L. (Brezo de escobas)**

Se distribuye por matorrales y bosques aclarados en terrenos sueltos y frescos, silíceos, arenales, subcosteros, a veces en sustratos ultrabásicos; 0-1350 (1600) m. Región mediterránea occidental; con otras subespecies en Azores y Canarias. Dispersa por la mayor parte de la Península Ibérica y en las Baleares (Menorca). En la comunidad gallega está citada en todas las provincias. Se trata de una planta excelente para leña y para la fabricación de escobas; su madera tiene los mismo usos que la de *Erica arborea*.

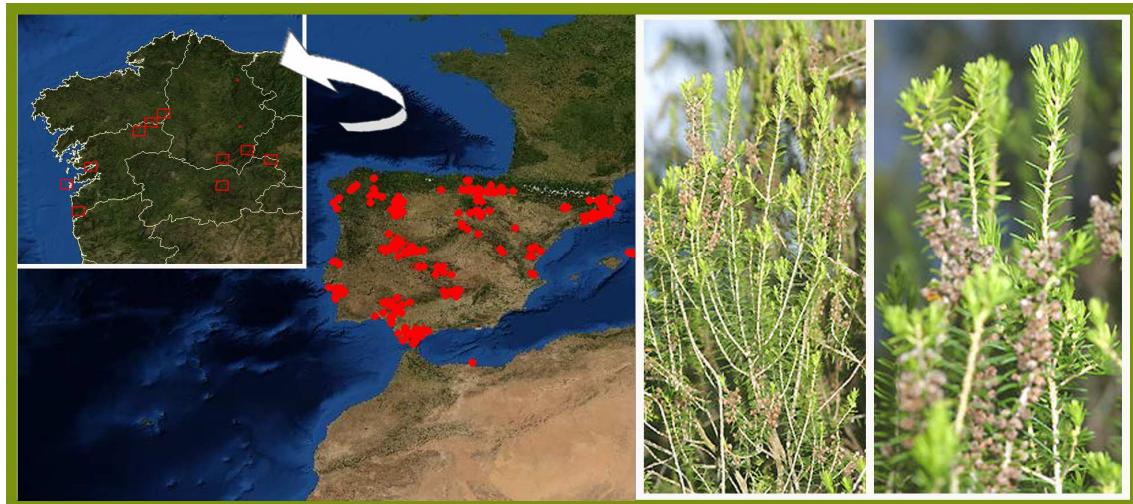


Figura 9: Mapa de distribución en la Península Ibérica y en Galicia de *Erica scoparia* L. elaborado a partir de referencias bibliográficas recopiladas en REAL JARDÍN BOTÁNICO (2009). Fotografías de esta especie: porte y detalle.

- ***Erica tetralix* L. (Brezo en cruz)**



Figura 10: Mapa de distribución en la Península Ibérica y en Galicia de *Erica tetralix* L. elaborado a partir de referencias bibliográficas recopiladas en REAL JARDÍN BOTÁNICO (2009). Fotografías de esta especie: porte y detalle de la rama y de las hojas.

Encontramos esta especie en turberas, trampales, bordes de arroyo y brezales muy húmedos, generalmente en terrenos silíceos o ultrabásicos; 0-2100m. Se distribuye por el Oeste, Centro y cuadrante NO de la Península Ibérica; por el Sur llega hasta los Montes de Toledo y Badajoz. En Galicia aparece citada en las cuatro provincias donde se le da el nombre de “carroucha”. Planta melífera. Cultivada como ornamental.

- ***Erica umbellata* Loefl. ex L. (Brecina)**

Se distribuye por terrenos descarnados, brezales enanos o despejados, matorrales, bosques aclarados y arenales subcosteros, siempre en suelos silíceos; 0-1500 m. Se extiende por NO de África y la mitad Oeste Peninsular. En Galicia aparece citada en las cuatro provincias, donde se le llama “queiroga de umbela”.



Figura 11: Mapa de distribución en la Península Ibérica y en Galicia de *Erica umbellata* Loefl, ex (L.). elaborado a partir de referencias bibliográficas recopiladas en REAL JARDÍN BOTÁNICO (2009).. Fotografías de esta especie: porte y detalles.

- ***Erica vagans* L. (Rugón)**

Se distribuye en brezales y matorrales de sustitución de hayedos, pinares y robledales, en terrenos sin cal o en los calizos lavados, a veces en substratos ultrabásicos; 0-1600 (900) m. Se extiende por Europa occidental: Península Ibérica, Francia y SO de Inglaterra; naturalizada localmente en Irlanda, Norte de España, alcanzando por el Sur hasta Burgos, montes ibérico-sorianos y el Moncayo. En Galicia se cita esta especie en las provincias de Lugo, Coruña y Pontevedra. Es una planta melífera y cultivada como ornamental.

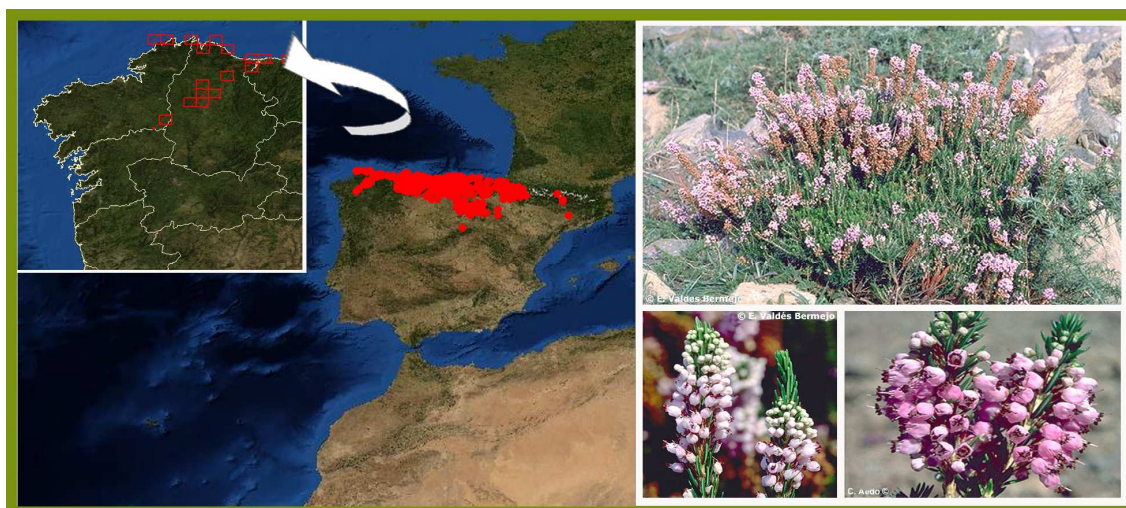


Figura 12: Mapa de distribución en la Península Ibérica y en Galicia de *Erica vagans* L. elaborado a partir de referencias bibliográficas recopiladas en REAL JARDÍN BOTÁNICO (2009). Fotografías de esta especie: porte y detalles.

En la Tabla 2, elaborada a partir de los datos aportados por CASTROVIEJO *et al.* (1999) y datos de elaboración propia se presentan las características de las semillas de las especies estudiadas, y en la Figura 13 sus fotografías.

Tabla 2: Características de las semillas de las especies estudiadas, tomadas de CASTROVIEJO *et al.*, (1999) y elaboración propia.

Especie	Morfología semilla	Tamaño semilla (mm)	Peso medio de 100 semillas (mg)
<i>C. vulgaris</i>	Elipsoidales y reticuladas	0,6 - 0,8	4,6
<i>E. arborea</i>	Elipsoidales y finamente estriadas.	0,4 - 0,6	1,6
<i>E. australis</i>	Elipsoidales, finamente estriadas y apendiculadas.	0,8 - 1,0	8,2
<i>E. ciliaris</i>	Oblongas.	0,3 - 0,4	1,6
<i>E. cinerea</i>	Elipsoidales, algo curvadas y finamente reticuladas.	0,6 - 0,8	6,1
<i>E. erigena</i>	Elipsoidales - oblongas y reticuladas.	0,8 - 1,0	12,4
<i>E. scoparia</i>	Oblongo- elipsoidales u ovoides, algo curvadas, reticulado-alveoladas.	0,4 - 0,6	1,3
<i>E. tetralix</i>	Elipsoidales u ovoides, reticulado-alveoladas.	0,3 - 0,4	1,6
<i>E. umbellata</i>	Elipsoidales o ovoide - oblongas, algo curvadas, irregularmente verrucoso-alveoladas o rugosas	0,5 - 0,6	2,8
<i>E. vagans</i>	Globosas, reticulado- alveoladas.	0,4 - 0,6	3,0



Figura 13: Fotografías de las semillas de las especies estudiadas.

1.3.2 . MÉTODOS

1.3.2.1. Obtención y preparación de las semillas

Las semillas de las especies estudiadas se han recogido en los matorrales de Serra do Careón (Monte da Areosa, Orosa, Lugo), Monte da Penadela (Guntín, Lugo) y Os Boedos (Begonte, Lugo), en la provincia de Lugo, y en Baio (A Coruña); lugares en los que el equipo de investigación en el que se incluye este trabajo está realizando estudios de caracterización de matorrales y seguimiento de la sucesión tras incendio.

La recolección de semillas se ha llevado a cabo en años diferentes en una misma población para cada especie, en el momento en que las semillas se encontraban en su punto óptimo de maduración. La maduración de las semillas se ha comprobado en laboratorio, mediante su observación con lupa binocular; lo que ha supuesto un seguimiento previo mediante salidas periódicas al campo par recoger muestras de ramas fructificadas de cada especie a estudiar, hasta detectar que los frutos, maduros, comenzaban a abrirse y que las semillas recogidas presentaban el aspecto óptimo de tamaño, forma y color para ser estudiadas.

Cada una de las especies estudiadas madura en diferentes épocas del año por lo que la recogida de las semillas se ha prolongado desde Junio hasta Diciembre en años diferentes. Así, *Calluna vulgaris* se ha recogido en Enero en Orosa, *Erica scoparia* *Erica umbellata* y *Erica vagans* se han recogido también en Orosa en Julio, Septiembre y Noviembre respectivamente; *Erica australis* y *Erica arborea* en Guntín, en Junio y Julio, *Erica erigena* en Baio, provincia de A Coruña en Agosto; *Erica cinerea* en Guntín en Noviembre; y finalmente *Erica ciliaris* y *Erica tetralix* en Begonte en Diciembre.

Una vez recogidas, las semillas se han almacenado en bolsas de papel en el laboratorio, donde se han realizado los procesos de limpieza y selección de las mismas. Para ello, en primer lugar se han separado las ramas y hojas de las flores, que posteriormente se han tamizado, utilizando distintos tamices según el tamaño de las semillas de cada especie. Una vez seleccionadas las semillas se han almacenado en recipientes en un desecador en oscuridad, para que no

estuviesen expuestas a humedad, luz excesiva, ni otros factores externos que puedan perjudicarlas.

El siguiente paso ha consistido en preparar lotes de 25 semillas, excepto para *E. vagans* en la que el número de semillas por lote se ha incrementado a 50, pues observaciones previas han mostrado que esta especie presenta un cierto número de semillas vacías, que ha sido evaluado en todas las cosechas, y resultando bajo y muy similar entre los mismos, sin que se distingan externamente de las maduras y bien desarrolladas; y para *E. scoparia* en la que ensayos de germinación previos demostraron la existencia de una gran variabilidad germinativa entre las réplicas.

Las semillas se contaron con ayuda de una lupa binocular; las que se destinaron a control (no tratadas) y a tratamientos térmicos, se colocaron en papel doblado a un tamaño adecuado y posteriormente se envolvieron en papel de aluminio (que es un buen conductor del calor, además de resistirlo), para evitar en lo posible la pérdida de semillas durante la preparación y traslado de los paquetes, rotulando cada uno de ellos, para que no hubiese confusiones al realizar los tratamientos, se usa el papel de aluminio. Se usó una bandeja también de aluminio por tratamiento, en la que se depositaron los paquetes correspondientes de cada especie.

Para los lotes destinados a tratamientos de humo, las semillas, una vez contadas, se colocaron en tubos de ensayo de 100 mm de longitud y 12 mm de diámetro, usando un tubo para cada réplica. Para colocar y transportar los tubos se utilizó una gradilla para cada tratamiento de este modo su traslado al lugar donde se realizaron los tratamientos fue más cómodo y no se manipularon las semillas más de lo necesario, evitando además posibles pérdidas.

Para cada especie se prepararon seis réplicas por tratamiento, con lo que se usaron 42 réplicas por especie para los tratamientos control y térmicos, así como 18 réplicas para los tratamientos de humo, es decir 60 réplicas en total por especie estudiada, y además se prepararon dos réplicas adicionales para cada tratamiento, para poder reponer semillas en caso de que se perdieran en las diferentes manipulaciones resultando así que el número total de semillas utilizadas para este estudio ha sido de 15.000.

A continuación se sometió a las semillas a un pretratamiento de almacenamiento en frío, en una nevera, durante 30 días, periodo previo al ensayo de los tratamientos estudiados, pasados los cuales se sembraron directamente en placas Petri. El almacenamiento en frío consistió en mantenerlas este tiempo a $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ en oscuridad, con lo que se trató de simular un régimen de alternancia de temperaturas en el que a un período frío le sigue otro más suave, como puede ocurrir en las condiciones ambientales de invierno de nuestra zona geográfica. Transcurrido este pretratamiento se sometieron las semillas a los diversos tratamientos.

La realización de pruebas de germinación preliminares ha permitido evaluar la necesidad de realizar algún tratamiento de desinfección de las semillas, que finalmente se ha descartado debido a que la contaminación de las placas se ha producido de manera muy puntual y esporádica.

También se han realizado pruebas preliminares de viabilidad de las semillas, utilizando para ello el test de tetrazolio (cloruro de 2, 3, 5, - trifenil-tetrazolio) (ISTA, 1985, 1999). Esta prueba resultó laboriosa, dado el tamaño de las semillas, y el resultado obtenido en cuanto a su nivel tinción fue variable entre especies, como ha sido constatado en otros trabajos (MOREIRA *et al.*, 2010); no obstante, adoptando el criterio de considerar viables aquellas semillas que presentaban una tinción rosada-roja, cabe indicar que la viabilidad inicial resultó elevada (mayor del 75%) en *Calluna vulgaris*, *Erica arborea*, *Erica australis*, *Erica scoparia* y *Erica umbellata*, y media (50-75%) en *Erica ciliaris*, *Erica cinerea*, *Erica erigena*, *Erica tetralix* y *Erica vagans*.

1.3.2.2. Realización de los tratamientos

Para estudiar el efecto del fuego sobre la germinación de las especies estudiadas se han aplicado 10 tratamientos: control, temperatura (seis tratamientos), y humo (tres tratamientos).

- **Control:** Se realiza un control para cada una de las diez especies estudiadas, en condiciones de fotoperiodo, con el fin de analizar la germinación sin ningún tratamiento.

- **Temperatura:** Para someter las semillas a tratamientos térmicos se ha utilizado una estufa de aire forzado Selecta Digitronic, en la que se han introducido los paquetes con las semillas, colocados por especie y tratamiento en vasos de papel de aluminio, se sometieron las semillas a 80°C, 110°C y 150°C durante 5 y 10 minutos en cada caso. La terminología empleada en los resultados para referirse a los tratamientos a 80°C, 110°C y 150°C, será la de choque térmico de intensidad suave, media y fuerte respectivamente.

Con estos tratamientos se pretende una simulación del efecto de un incendio sobre las semillas enterradas en el suelo, que se encuentran en estado de dormición, variando las temperaturas dependiendo de la situación más o menos superficial de éstas en el suelo, así como de la duración del fuego. Se corresponden con las registradas por DE BANO *et al.* (1977) en los chaparrales de California, TRABAUD (1979) en las garrigas francesas, AULD Y O'CONNEL (1991) y BRADSTOCK y AULD (1995) en los ecosistemas mediterráneos del sureste de Australia; así como por DÍAZ-FIERROS *et al.* (1990), y DÍAZ-FIERROS (2006) en los matorrales del noroeste de la Península Ibérica.

En las quemas controladas y en los incendios suaves en Galicia, la temperatura alcanzada en los 2 cm superficiales del suelo puede no superar los 100°C (SOTO, 1993; CASCUDO, 1997; DÍAZ FIERROS, 2006). Las temperaturas que pueden afectar a las semillas que se encuentren en la planta que arde es muy superior a ésta, y aquellas semillas que se encuentren enterradas por debajo de esos 2 cm apenas notarán el incremento de calor, pues el suelo es mal conductor del calor.

Además, estos rangos de temperaturas y tiempos de aplicación han sido ampliamente utilizados en estudios ecológicos de nuestro entorno geográfico (TRABAUD, 1979; PEREIRAS *et al.*, 1985; GONZÁLEZ-RABANAL Y CASAL, 1995; HERRANZ *et al.*, 1998; CASAL *et al.*, 2001; VALBUENA Y VERA, 2002; RIVAS *et al.*, 2006; REYES Y TRABAUD, 2009; MOREIRA *et al.*, 2010).

- **Humo:** Los tratamientos de humo se realizaron en el Departamento de Ecología de la Facultad de Biología de esta Universidad; para ello se utilizó un aplicador de humo denominado FUME 2000 (Figura 14), preparado en dicho Departamento, basado en la metodología propuesta por DE LANGE y BOUCHER (1990), y utilizado por otros autores (REYES y QUINTEIRO, 2001.; QUINTEIRO, 2002; LÓPEZ URIBARRI, 2006; RIVAS *et al.*, 2006; REYES Y TRABAUD, 2009), con el

que las semillas resultan ahumadas durante tres tiempos ensayados: 5, 10 y 15 minutos, metodología muy similar a la utilizada en su pionero estudio por KEELEY y FOTHERINGHAM (1998b).

La aplicación de humo en ensayos de germinación resulta técnicamente muy variable en diferentes ensayos, desde la utilización de extractos acuosos de humo (KEELEY y FOTHERINGHAM, 1998b; LIGHT *et al.*, 2002; BAKER *et al.*, 2005; MERRIT *et al.*, 2006; DAWS *et al.*, 2007); , o bien su aplicación en cámara (PÉREZ-FERNÁNDEZ y RODRÍGUEZ-ECHEVERRÍA, 2003; CROSTI *et al.*, 2006; RIVAS *et al.*, 2006; GÓMEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2008; THOMAS *et al.*, 2007; REYES Y TRABAUD, 2009), hasta la duración de dicho tratamiento, también muy variable. Incluso estudios realizados con posterioridad a la realización de nuestros ensayos apuntan la posibilidad de que el tiempo de exposición al humo tenga una menor importancia, dada la estabilidad y capacidad de mantener a corto plazo la bioactividad de su principio activo (STEVENS *et al.*, 2007).

En nuestro caso se ha aplicado exactamente la misma metodología (procedimiento y tiempo de aplicación), que en los estudios anteriormente mencionados en relación con el aplicador FUME 2000, con los que de esta forma se podrán comparar los resultados, desvelando así el efecto de este factor en matorrales atlánticos.



Figura 14: Vista lateral y frontal del aplicador de humo Fume 2000.

El aparato consta básicamente de un generador de humo (estufa de leña convencional), un tubo de refrigeración y una tienda de lona, el receptáculo de humo. Primero se produce el humo, lo que se consigue quemando en el generador tojo (*Ulex europaeus* L.), que se usa por su alta combustibilidad y

gran capacidad de generación de humo; además de ser una especie que forma parte de los matorrales donde las semillas fueron recogidas, siendo especie dominante o codominante; una vez que pasa por el tubo de refrigeración, llega al receptáculo saturando de humo su interior, una vez llegados a ese punto se introducen en él las semillas, dentro de los tubos de ensayo, y se colocan también las placas Petri, previamente esterilizadas, y abiertas, que también se ahuman.

1.3.2.3. Ensayos de germinación

Realizados los tratamientos se colocaron las semillas en placas Petri tripartitas previamente esterilizadas. Para ello primero se lavaron en lavavajillas y se desinfectaron con etanol, una vez secas se expusieron durante 24 horas a rayos UVA para que la desinfección fuera completa; 20 placas por especie, salvo para las especies *Erica scoparia* y *Erica vagans* para las que, como se ha explicado anteriormente, se duplicaron las réplicas. En cada placa se colocó doble papel de filtro, que se humedeció con agua destilada antes de colocar las semillas.

Colocadas todas las semillas en sus placas, se pusieron en bandejas ordenadas por especie y tratamiento, y se colocaron en una cámara de ambiente controlado disponible en el RIAIDT (Rede de Infraestructuras de Apoio á Investigación e ó Desenvolvemento Tecnolóxico) del *campus* de Lugo (Figura 15), en el que se simularon las condiciones óptimas que tendrían las semillas de estar en el exterior en primavera o verano, cuando se producen la mayoría de los incendios, manteniéndolas a una humedad del 80%, intercalando condiciones de luz (16 horas), y de oscuridad (8 horas), con unas temperaturas de 24°C - 25°C y 15°C -16°C respectivamente.

Se hicieron recuentos cada dos días para supervisar la germinación, esta frecuencia se ha mantenido durante los tres meses que duró el seguimiento, en cada visita se controló la humedad del papel de filtro, el cual se mantuvo siempre bien humedecido sin llegar a estar empapado; en cada recuento se anotaron y retiraron las semillas germinadas, considerando como tales aquellas cuya radícula es bien observable a simple vista como proponen BOOJH y RAMAKRISHNAN (1982) y VIGNA *et al.* (1983), criterio ampliamente utilizado y que

ha sido seguido en los estudios ecológicos de germinación de especies arbustivas y herbáceas de Galicia, por PEREIRAS (1984); CORNIDE *et al.*, (1993); GONZÁLEZ-RABANAL y CASAL (1995); CORNIDE y DÍAZ VIZCAÍNO (2005); LÓPEZ URIBARRI, (2006); RIVAS *et al.*, (2006); FERNÁNDEZ (2007); GONZÁLEZ VECÍN *et al.*, (2009); TABOADA *et al.* (2009).

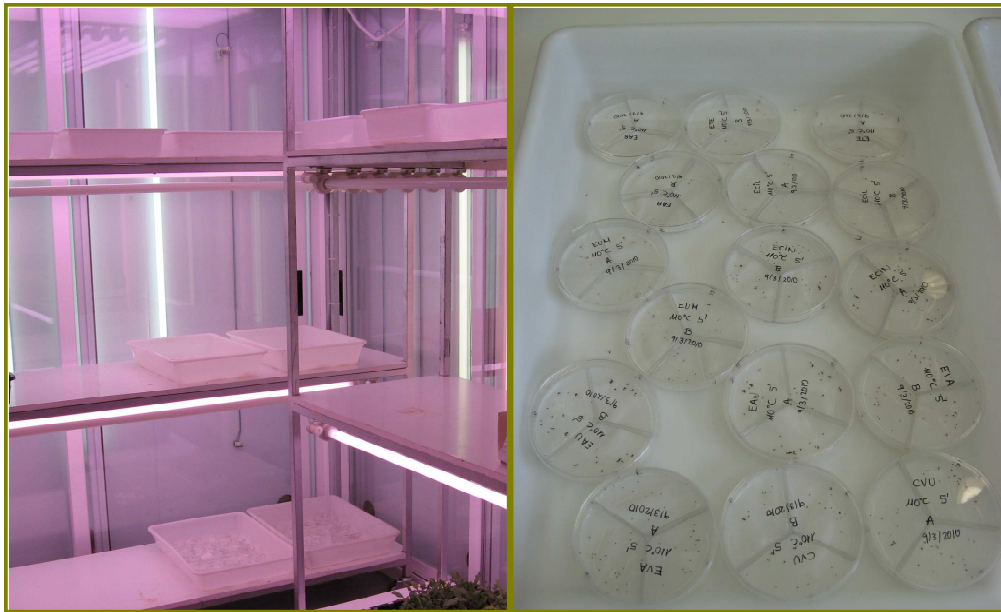


Figura 15: Bandejas en el fitotron y detalle de una bandeja conteniendo las placa de los ensayos de germinación.

Estos tratamientos se repitieron con los mismos lotes de semillas tras un año de almacenamiento, para estudiar la respuesta al fuego de semillas almacenadas a corto plazo, y con las semillas de la misma población recogidas en otro año diferente, que se especifica en los resultados, para estudiar la variabilidad interanual de la respuesta al fuego de las semillas recién producidas.

Teniendo en cuenta la dedicación a tiempo parcial de la autora en toda la etapa de Tesis, los ensayos se han prolongado entre los años 2002-2004, de modo que los tratamientos correspondientes a las semillas recién recogidas, así como los correspondientes al estudio de la variabilidad interanual, se han programado para años diferentes (un año un primer grupo de especies, y un segundo año el resto). De esta forma, los correspondientes al almacenamiento a corto plazo (un año), quedaban también programados.

1.3.2.4. Tratamiento de datos

Para cada uno de los tratamientos ensayados se calcularon los porcentajes medios de germinación, que se presentan en los correspondientes gráficos de germinación acumulada, para mostrar la dinámica de germinación.

Para caracterizar la germinación de cada especie en cada uno de los tratamientos se calcularon también diferentes parámetros complementarios que guardan relación con el ritmo de germinación.

Los datos obtenidos correspondientes a los ensayos de germinación fueron elaborados en global para cada tratamiento, según los siguientes parámetros y fórmulas:

- **Tiempo medio de germinación (t_m):**

$$t_m = \frac{N_1 * T_1 + N_2 * T_2 + \dots + N_n * T_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}$$

Donde:

N_1 : número de semillas germinadas en T_1

N_2 : número de semillas germinadas entre T_1 y T_2

T_n : días transcurridos desde que las semillas se pusieron a germinar.

- T_{50} : tiempo necesario para alcanzar el 50% de las germinaciones.
- T_{90} : tiempo necesario para alcanzar el 90% de las germinaciones.

- **Vigor de Bradbeer** : promedio del total de las réplicas

$$\text{Vigor por réplica} = \frac{(a/1 + b/2 + c/3 + \dots + x/n) * 100}{s}$$

Donde:

a, b, cx: número de semillas que germinan después de 1,2,3 ...n días de imbibición

s: número de semillas totales que germinaron en esa réplica

Para la clasificación de las semillas en cuanto a su vigor se elaboró una escala en base a los valores hipotéticos que este parámetro puede tomar en función de los días en los que se alcanzan el total de las germinaciones observadas, similar a la elaborada por LÓPEZ *et al.* (1999) aunque adaptada a nuestra experiencia (Figura 16).

Representando gráficamente estos valores podemos observar la evolución del Vigor en función de los días transcurridos, proponiendo la correspondiente escala.

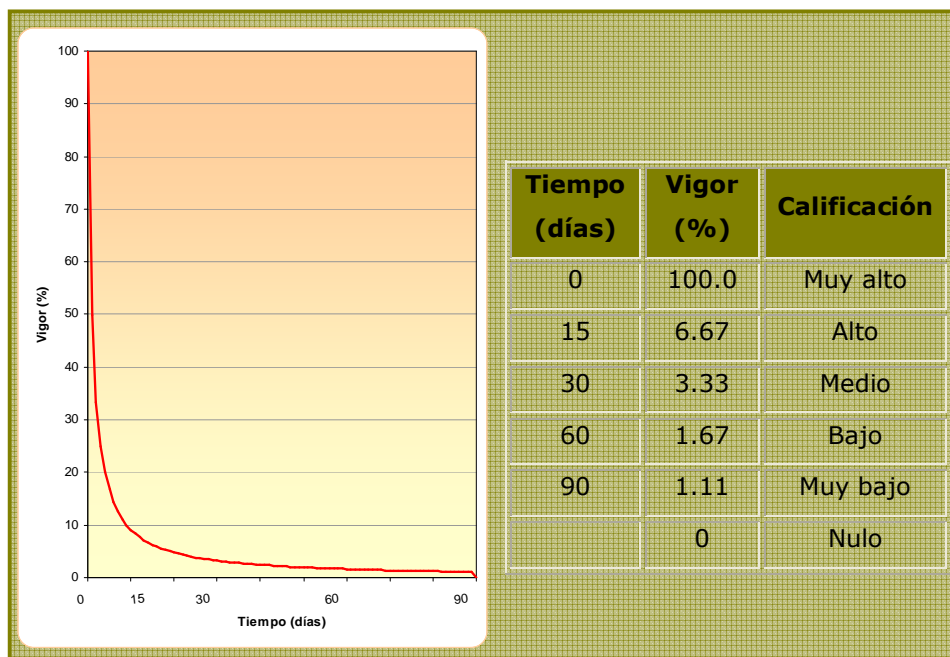


Figura 16: Representación del Vigor en función de los días en que se alcanzan el total de las germinaciones observadas, adaptado al diseño de germinación establecido y calificación que se asigna al vigor en función de los valores resultantes.

Para el tratamiento de los datos de germinación se ha elaborado una hoja de cálculo (plantilla) en la que se recogían los datos de germinación de cada tratamiento por réplica, y los tiempos de germinación por réplica; a partir de los cuales se elaboraron los correspondientes valores medios, que se utilizaron en la elaboración de las figuras de germinación acumulada así como en las pruebas de comparación estadística de medias.

Para comparar los valores medios (porcentaje de germinación/ tiempo medio de germinación) se han utilizado diferentes técnicas estadísticas, según su conveniencia.

El análisis de la varianza ANOVA como técnica de análisis estadístico para establecer si hay o no diferencias significativas cuando se trataba de la diferencia de medias entre más de dos factores.

El ANOVA sirve para contrastar la igualdad entre más de dos medias (poblacionales) utilizando muestras independientes. La comparación se lleva a cabo mediante el cálculo de las varianzas, una que expresa los efectos del tratamiento y otra los efectos del error (de ahí el término de análisis de la varianza). El cociente entre ambas nos permite concluir si existen o no diferencias entre los distintos niveles de tratamiento con un nivel de significación establecido previamente.

Este análisis requiere que las poblaciones de partida se distribuyan según una distribución normal y sean homocedásticas, es decir, que las varianzas sean homogéneas. El análisis utilizado para comprobar la normalidad de las muestras ha sido el de Kolmogorov- Smirnov, mientras que con el de Levene se ha comprobado que la varianza es igual en todos los grupos. A pesar de que los datos han sido transformados según la transformación recomendada en cada caso, no siempre se cumple la normalidad y homocedasticidad. Sin embargo, de acuerdo con UNDERWOOD, (1997) esto no es necesario siempre que el análisis de la varianza sea robusto, de manera que puede ser obviado si el diseño incluye muchos tratamientos y están equilibrados.

El ANOVA detecta si hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, si las diferencias entre grupos de datos se deben al factor o no, pero no indica donde se encuentran esas diferencias. Para localizar estas diferencias es necesario la realización de test *a posteriori*. Se ha utilizado el test DMS para detectar diferencias significativas en la comparación entre pares de tratamientos,

Cuando los datos son porcentajes se recomienda una transformación de los mismos por medio de $\arcsen \sqrt{p}$, siendo p la proporción de semillas germinadas. Se consigue así un mejor ajuste a la normalidad.

Esta transformación hace que la varianza sea homogénea y conocida por lo que el análisis de las diferencias es más ajustado, en cuyo caso se puede obtener el valor crítico a partir del valor de Chi cuadrado para los correspondientes grados de libertad. Esta distribución es más adecuada y ajustada ya que no se pierden grados de libertad en la estimación de la varianza, y además la varianza de estos datos transformados es constante y conocida (MASON et al., 1989, PEÑA, 2002). En este caso también se ha adaptado el test *a posteriori*, utilizando un DMS ligeramente adaptado por J.M. Colmenero, lo que permite evidenciar de modo más resolutivo las diferencias significativas.

En el caso de tener únicamente dos grupos de datos se ha utilizado una prueba T como estadístico para el contraste de hipótesis. Se utiliza para muestras independientes (SOKAL y ROHLF, 1979). El estadístico tiene una distribución en el muestreo conocida si la hipótesis nula es verdadera, extraída la muestra, el estadístico tomará cierto valor que nos permite rechazar o aceptar la hipótesis con un cierto nivel de significación, es decir cierta probabilidad de cometer un error rechazando la hipótesis nula siendo correcta.

Para la evaluación de la interacción de factores, se ha recurrido al ANOVA de dos factores; como se ha explicado anteriormente, con datos de porcentaje de germinación, se ha empleado una prueba Chi cuadrado adaptado de dos vías. Este método se ha empleado para analizar la interacción de la germinación encontrada para cada especie en los diferentes tratamientos con la variabilidad interanual, así como con el almacenamiento.

Para la realización de los análisis ANOVA y las pruebas T se ha utilizado el paquete estadístico SPSS para Windows, versión 14.0, con la licencia de la USC. La realización de las pruebas Chi cuadrado ha sido directamente sobre una hoja Excel preparada para este fin por el profesor J.M. Colmenero.



1.4. RESULTADOS

1.4.1. Germinación control (sin tratamiento) de las especies estudiadas

1.4.1.1. Germinación control (sin tratamiento) el primer año

Los análisis estadísticos correspondientes a este apartado se presentan en el Anexo Estadístico; en la Tabla 1 el ANOVA correspondiente al estudio de la diferencia entre los porcentajes finales de germinación de las especies estudiadas y en la Tabla 14 el de los correspondientes tiempos medios de germinación.

En la Figura 17 se presenta la dinámica de la germinación control de las diferentes especies en el periodo estudiado y en la Tabla 3 los correspondientes parámetros germinativos, describiéndose a continuación la germinación de cada una de las especies estudiadas.

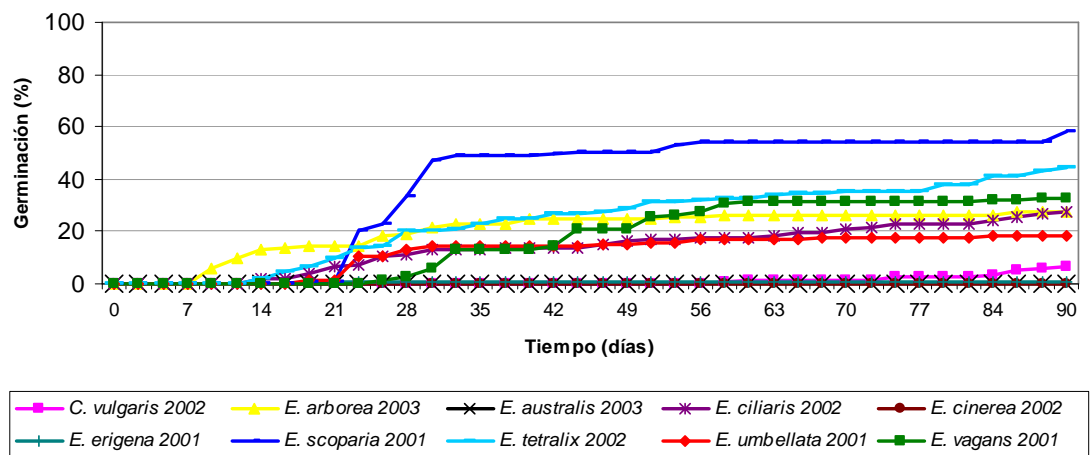


Figura 17: Dinámica de la germinación en los controles de cada una de las especies estudiadas.

Tabla 3: Parámetros germinativos de las especies estudiadas en el control (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

CONTROL		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Especie		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
1	<i>C. vulgaris</i>	6,31	58	78	84	90	1,28
2	<i>E. arborea</i>	27,20	10	24	17	40	5,35
3	<i>E. australis</i>	0,00	-	-	-	-	0,00
4	<i>E. ciliaris</i>	27,74	14	47	46	86	2,95
5	<i>E. cinerea</i>	0,00	-	-	-	-	0,00
6	<i>E. erigena</i>	0,80	19	19	19	19	1,05
7	<i>E. scoparia</i>	58,40	19	34	28	54	3,11
8	<i>E. tetralix</i>	44,14	14	43	35	84	3,10
9	<i>E. umbellata</i>	18,40	19	34	24	56	3,68
10	<i>E. vagans</i>	32,80	26	45	45	59	2,46

Calluna vulgaris presenta una germinación muy baja, el porcentaje final es de 6,31%, por lo que se incluye en el grupo de las especies con germinación muy baja.

La germinación es tardía, la más lenta entre las especies estudiadas, ya que inicia la germinación a los dos meses (58 días), y al final del estudio las semillas continúan aún presentando tendencia a germinar, sin que se aprecie estabilización de la correspondiente gráfica, por lo que posiblemente con un mayor tiempo de seguimiento las semillas continuarían germinando.

Los parámetros temporales de germinación calculados confirman esta tendencia, presentando un tiempo medio de germinación de 78 días, con diferencias estadísticamente significativas frente a todas las demás especies. El t_{50} es de 84 días y de 90 el t_{90} , próximos a la duración del ensayo. El vigor es de 1,28%, lo que según la clasificación establecida se corresponde con un vigor bajo.

Erica arborea alcanza un 27,20% de germinación a los tres meses de estudio, por lo que se puede considerar una germinación media o moderada.

Comienza a germinar en torno a la primera semana (t_0 de 10 días). El t_m es de 24 días, a los 17 días se alcanza ya un 50% de las germinaciones totales y el 90% se alcanza ya a los 40 días, indicando una germinación rápida, la más rápida de las especies estudiadas. El vigor es el más elevado observado en ausencia de tratamientos, un 5.35% clasificándose como vigor alto.

Erica australis no germina en el control. Se incluye en el grupo de especies con germinación nula o escasa.

Erica ciliaris presenta un porcentaje final de germinación medio o moderado, alcanzando un 27,74%.

En cuanto a su ritmo de germinación, se puede considerar lento. Comienza a germinar pronto, en torno a la segunda semana, realizándolo continuamente hasta el final del ensayo.

El t_m de germinación es de mes y medio (47 días). El t_{50} se alcanza al mismo tiempo, mientras que el t_{90} es de casi tres meses (86 días). En cuanto al vigor de esta especie es de 2,95% lo que permite considerar a la especie como de vigor medio.

Erica cinerea no germina en el control. Se incluye en el grupo de especies con germinación nula o muy escasa.

Erica erigena tiene también una germinación casi nula y puntual. Se incluye a esta especie en el grupo de germinación nula o escasa, ya que no llega a alcanzar un 1% de germinación a los tres meses de ensayo.

El tiempo medio es de 19 días. El t_{50} y t_{90} también son de 19 días coincidentes debido a la germinación puntual. El vigor es de 1,05% que se considera muy bajo, según la escala propuesta.

Erica scoparia presenta un porcentaje final de germinación de 58,40%, el más alto de las observados, que se corresponde con una germinación alta.

Comienza a germinar transcurridas las dos primeras semanas (t_0 de 19 días), presentando una germinación muy concentrada en el tiempo, que se estabiliza ya transcurrido el primer mes.

Su t_m de germinación (34 días); y su t_{50} (28 días), ambos en torno a un mes, son de los más bajos observados entre las especies estudiadas, además el t_{90} (54 días), que no llega a los dos meses, también lo es. En cuanto al vigor éste es bastante elevado, un 3,11% incluyéndose en el grupo de vigor medio.

Erica tetralix presenta un porcentaje final de germinación de 44,14% incluyéndose en el grupo de germinación alta.

Comienza a germinar en torno a la segunda semana, (t_0 de 14 días), y lo hace en principio de manera rápida, reduciéndose este ritmo a partir del primer mes.

El t_m es de mes y medio (43 días). Tarda en torno a un mes (35 días) en alcanzar la mitad de las germinaciones y casi tres (84 días) en alcanzar el 90%, por lo que la germinación podría continuar más allá de los tres meses. El vigor es de un 3,10% considerado según la escala establecida como vigor medio.

Erica umbellata alcanza un 18,40% de germinación final por lo que forma grupo con las especies de germinación moderada.

Presenta la primera emergencia sobre la tercera semana (t_0 de 19 días), y continúa con un ritmo rápido, estabilizándose en torno al primer mes.

El t_m de germinación es de 34 días, el t_{50} es de 24 días y el t_{90} de 56. Esto nos indica estabilización en las germinaciones en el periodo de estudio. El vigor de esta especie alcanza en el control un 3,68% por lo que se puede considerar alto.

Erica vagans, alcanza un porcentaje de germinación de 32,80% por lo que la consideramos de germinación moderada.

Comienza a germinar en el primer mes (t_0 de 26 días) con ritmo lento. El t_m de germinación es de 45 días. El t_{50} es también de 45 días justo en la mitad del tiempo de estudio. El t_{90} se alcanza ya antes de los dos meses con lo que la especie ha alcanzado un valor estable de germinación dentro del tiempo de estudio. Es una especie de vigor de tipo medio, con un valor de 2,46%.

El análisis de la varianza realizado sobre los valores finales de germinación de las especies estudiadas refleja diferencias significativas entre los controles de las diferentes especies, que también se manifiestan para los t_m .

El test de Tukey indica varios subconjuntos homogéneos en función de las diferencias entre la germinación de las especies: *E. australis*, *E. cinerea* y *E. erigena* con los valores nulos o casi nulos no difieren entre sí y tampoco difieren de *C. vulgaris* con valores muy bajos. Todas ellas están incluidas en el primer subconjunto homogéneo. Las especies con valores de germinación intermedios, *E. arborea*, *E. ciliaris* y *E. umbellata* tampoco difieren entre sí, y quedan incluidas en varios subconjuntos homogéneos. Lo mismo ocurre con *E. vagans*, *E. scoparia* y *E. tetralix*, que presentan germinación alta y forman otro subconjunto homogéneo. En cuanto al t_m y teniendo en cuenta únicamente las especies con alguna germinación, se observan dos subconjuntos homogéneos en los que *C. vulgaris* se separa del resto de las especies, confirmando las tendencias observadas en cuanto a la germinación.

En base a los subconjuntos homogéneos observados al realizar los análisis de la varianza con las tasas y los tiempos medios de germinación, se proponen los grupos que figuran en la Tabla 4, para las especies estudiadas.

Tabla 4: Resumen de las características germinativas de las especies estudiadas no tratadas (control), el primer año de estudio. (tm: tiempo medio de germinación).

Germinación	% de germinación	Ritmo de germinación	t _m	Vigor	Especies
NULA O ESCASA	Sin germinación				<i>E. cinerea</i> <i>E. australis</i>
	< 5%	Rápido	< 1 mes	Bajo	<i>E. erigena</i>
		Lento	1-2 meses		
		Muy lento	> 2 meses		
MUY BAJA	5 -10%	Rápido	< 1 mes		
		Lento	1-2 meses		
		Muy lento	> 2 meses	Bajo	<i>C. vulgaris</i>
MEDIA	10 - 50%	Rápido	< 1 mes	Alto	<i>E. arborea</i>
		Lento	1-2 meses	Alto	<i>E. umbellata</i>
				Medio	<i>E. ciliaris</i> , <i>E. tetralix</i> , <i>E. vagans</i>
		Muy lento	> 2 meses		
ALTA	> 50%	Rápido	< 1 mes		
		Lento	1-2 meses	Medio	<i>E. scoparia</i>
		Muy lento	> 2 meses		

1.4.1.2. Efecto de la variabilidad interanual en la germinación control (sin tratamientos)

Los análisis estadísticos correspondientes a este apartado se presentan en las Tablas 2 y 15 del Anexo Estadístico, para los porcentajes finales de germinación y los tiempos medios respectivamente. Son pruebas T que comparan los dos años diferentes estudiados para cada una de las especies.

En la Figura 18 se presenta la dinámica de la germinación de las especies estudiadas en los dos años que se comparan y en la Tabla 5 los correspondientes parámetros germinativos.

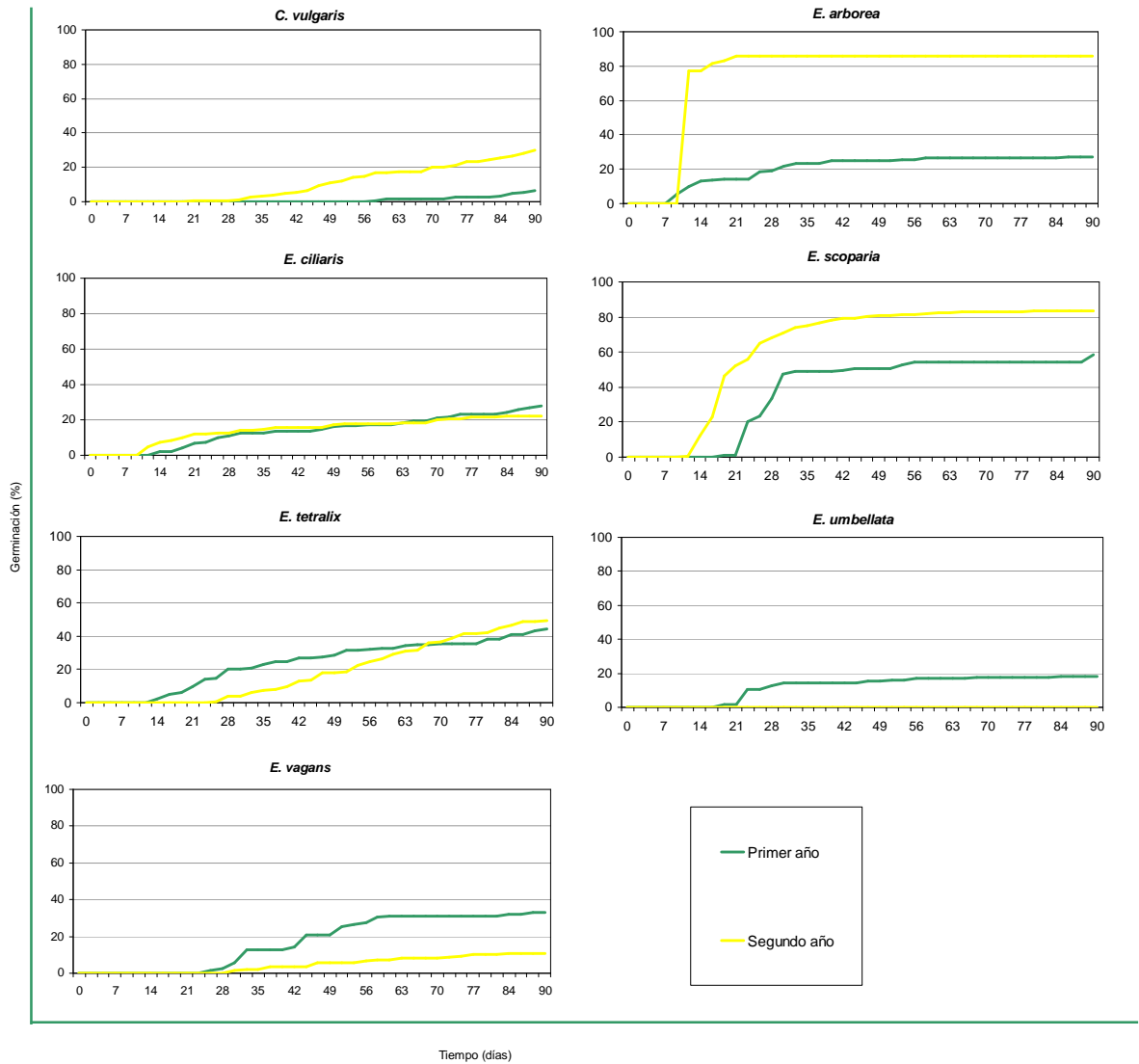


Figura 18: Variabilidad interanual de la dinámica de la germinación de las especies estudiadas.

Tabla 5: Variabilidad interanual de los parámetros germinativos en las especies estudiadas (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

VARIABILIDAD INTERANUAL		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
Especie	Año	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)	
1	<i>C. vulgaris</i>	2002	6,31	58	78	84	90	1,28
		2003	30,00	21	60	58	89	1,87
2	<i>E. arborea</i>	2003	27,20	10	24	17	40	5,35
		2004	86,00	11	12	11	11	8,78
3	<i>E. australis</i>	2003	0,00	-	-	-	-	0,00
		2004	0,00	-	-	-	-	0,00
4	<i>E. ciliaris</i>	2002	27,74	14	47	46	86	2,95
		2003	22,00	11	32	21	70	5,29
5	<i>E. cinerea</i>	2002	0,00	-	-	-	-	0,00
		2003	0,00	-	-	-	-	0,00
7	<i>E. scoparia</i>	2001	58,40	19	34	28	54	3,11
		2004	83,67	11	22	18	36	5,16
8	<i>E. tetralix</i>	2002	44,14	14	43	35	84	3,10
		2004	49,33	25	57	55	81	2,01
9	<i>E. umbellata</i>	2001	18,40	19	34	24	56	3,68
		2004	0,00	-	-	-	-	0,00
10	<i>E. vagans</i>	2001	32,80	26	45	45	59	2,46
		2003	10,67	30	53	46	72	2,11

C. vulgaris

La germinación control presenta variabilidad interanual pudiendo ser muy baja o media, puesto que en el segundo año la germinación es más elevada y la diferencia entre ambos es estadísticamente significativa.

También se observa variabilidad interanual en el ritmo de germinación, puesto que en el segundo año la germinación comienza antes, en el primer mes (21 días) frente a los dos meses (58 días) del otro año; por lo que el t_m es significativamente más elevado el primer año, así como t_{50} . Los t_{90} se igualan y continúan cercanos a 90 días ya que la germinación al tercer mes no parece haber alcanzado el máximo, y por lo tanto no se estabiliza.

Como consecuencia de los cambios en el nivel y en el ritmo de germinación, más elevados, el vigor también varía pasando de tener un valor bajo a un vigor medio.

E. arborea

La germinación control de esta especie presenta variabilidad interanual, pudiendo ser intermedia o elevada. Hay diferencias significativas interanuales en cuanto al porcentaje final de germinación, que mucho más elevado en el segundo año estudiado.

Las dinámicas de la germinación son muy similares en los dos años, empezando siempre a germinar a los 10 o 11 días, alcanzando en el primer mes los valores máximos de germinación. Sin embargo, en el segundo año estudiado el tiempo medio es significativamente menor ya que se produce una germinación muy concentrada en los primeros días de la experiencia, lo que se manifiesta además en un t_{50} y t_{90} que son iguales entre sí, y muy bajos, menos de 15 días, lo que no ocurría en el primer año.

En concordancia con los cambios en el nivel, más elevado, y el ritmo de germinación, que se incrementa, el vigor también es mayor en el segundo año, pasando de un 5,35% a un 8,78%, por lo que pasa de ser alto a muy alto.

E. australis

E. australis no llega a germinar en ninguno de los dos años estudiados, por lo que no se observa variabilidad interanual en esta especie, ni en el nivel ni en el ritmo de germinación.

E. ciliaris

El valor final de la germinación es prácticamente el mismo en los dos años, se sitúa en torno a un 25% por lo que las diferencias entre ambos en el porcentaje final de germinación a los tres meses no son estadísticamente significativas.

La germinación comienza siempre entre la primera y la segunda semana y germinan de manera progresiva a lo largo de los tres meses. Los tiempos se reducen significativamente en el segundo año, y en consecuencia, con una tasa de germinación que no varía, pero con un ritmo que se acelera, el vigor es mayor en este segundo año pasando de 2,95% a 5,29%, variando desde un vigor medio a un vigor alto.

E. cinerea

Al igual que en *E. australis* no se ha observado germinación de esta especie en ninguno de los años en que ha sido estudiada, por lo que no se observa variabilidad interanual ni en la tasa ni en el tiempo medio de germinación.

E. scoparia

En esta especie las diferencias en el porcentaje final de germinación no son significativas, dada la elevada dispersión de los datos en el primer año. En el segundo año la germinación es bastante más elevada, pudiéndose considerar alta en ambos casos.

La dinámica germinativa, tal como se observa en la gráfica, es similar los dos años, alcanzándose un máximo de germinación ya en el segundo mes, resultando además muy concentrada, con un incremento muy fuerte desde la primera semana para el segundo año y desde la tercera para el primero, hasta el final del primer mes.

Comparativamente, en el primer año las primeras germinaciones se retrasan, de modo que el t_m en el segundo año es significativamente menor, y el t_{50} y el t_{90} también disminuyen.

En consecuencia con las variaciones en la tasa más elevada y el ritmo de germinación más acelerado, las semillas del segundo año presentan un vigor mayor que pasa de ser medio en el primer año a alto en el segundo.

E. tetralix

Las diferencias en el porcentaje final de germinación en los dos años que se comparan no son estadísticamente significativas.

Las tendencias en la dinámica de la germinación son similares, retrasándose unos días las primeras germinaciones en el segundo año (casi un mes) frente al primero (segunda semana).

El t_m aumenta en el segundo año, pero no significativamente. El t_{50} también se incrementa, pasando de un mes a casi dos (35 a 55 días) y el t_{90} se mantiene en torno a los tres meses (80 días).

En consecuencia con estos cambios no significativos, incremento en la tasa y ralentización del ritmo de germinación, el vigor se reduce en el segundo año, manteniéndose no obstante en los niveles de un vigor medio.

E. umbellata

En esta especie el segundo año no se produce germinación, por lo que las diferencias entre los dos años estudiados son estadísticamente significativas, puesto que mientras que en el primer año la germinación supera el 18%, en el segundo es nula.

En cuanto a ritmo de germinación en los dos años estudiados también resulta muy diferente, puesto que nada se puede decir del segundo, en el que no se observa germinación.

El vigor en el segundo año estudiado es en consecuencia nulo, presentando variación interanual.

E. vagans

Las diferencias entre los dos años estudiados para el porcentaje final de germinación son significativas. Se supera el 30 % en el en el primer año y en el segundo alrededor de un 10%.

La germinación comienza casi al mismo tiempo, en torno al primer mes (el día 26 en el primer año y en el día 30 en el segundo); para los t_m no hay diferencias significativas, si bien se retrasa ligeramente el segundo año, lo que se confirma en el resto de parámetros germinativos.

En cuanto al vigor, con una tasa de germinación más baja y un ritmo de germinación más lento, también disminuye, aunque se mantiene en valores medios en ambos años.

1. 4.1. 3. Efecto del almacenamiento en la germinación control (sin tratamientos)

Los análisis estadísticos correspondientes a este apartado se presentan en la Tablas 3 y 16 del Anexo Estadístico, para los porcentajes finales de germinación y los tiempos medios respectivamente. Son pruebas T que comparan datos de germinación de semillas recién recogidas y semillas almacenadas un año, para cada una de las especies.

En la Tabla 6 se presentan los parámetros calculados y en la Figura 19 la germinación de las especies estudiadas recién recogidas y tras un año de almacenamiento.

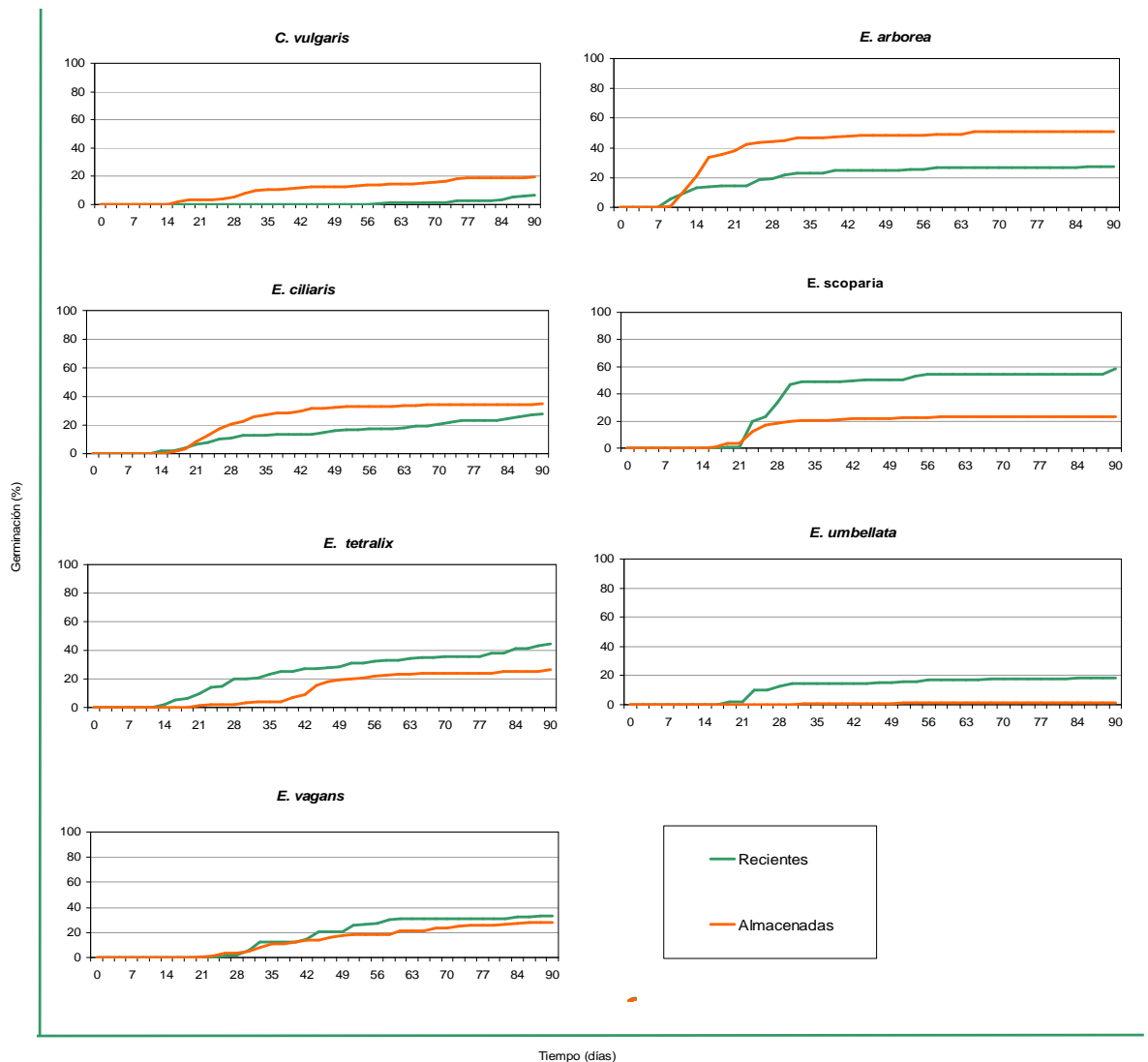


Figura 19: Variabilidad con el almacenamiento de la dinámica de la germinación de las semillas para cada una de las especies ensayadas.

Tabla 6: Variabilidad con el almacenamiento de los parámetros germinativos para cada una de las especies ensayadas, (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
Especie	Año	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)	
1	<i>C. vulgaris</i>	Recientes	6,31	58	78	84	90	1,28
		Almacenadas	19,33	17	43	33	75	2,82
2	<i>E. arborea</i>	Recientes	27,20	10	24	17	40	5,35
		Almacenadas	50,67	10	20	17	33	5,86
3	<i>E. australis</i>	Recientes	0,00	-	-	-	-	0,00
		Almacenadas	0,00	-	-	-	-	0,00
4	<i>E. ciliaris</i>	Recientes	27,20	14	47	46	86	2,95
		Almacenadas	34,67	17	31	26	45	3,66
5	<i>E. cinerea</i>	Recientes	0,00	-	-	-	-	0,00
		Almacenadas	0,00	-	-	-	-	0,00
7	<i>E. scoparia</i>	Recientes	58,40	19	34	28	54	3,11
		Almacenadas	23,33	17	27	28	38	4,00
8	<i>E. tetralix</i>	Recientes	44,14	14	43	35	84	3,10
		Almacenadas	26,67	21	48	45	66	2,32
9	<i>E. umbellata</i>	Recientes	18,40	19	34	24	56	3,10
		Almacenadas	1,33	33	43	33	52	0,83
10	<i>E. vagans</i>	Recientes	32,80	26	45	45	59	2,46
		Almacenadas	28,00	21	48	42	75	2,40

C. vulgaris

Esta especie incrementa su germinación con el almacenamiento, resultando estadísticamente significativas las diferencias observadas.

Se modifica también el ritmo de germinación, ya que las semillas almacenadas germinan antes, pasando desde casi dos meses que tarda en el primer año hasta las dos primeras semanas tras un año de almacenamiento. El t_m es estadísticamente diferente tras el almacenamiento, reduciéndose en un mes, y los demás parámetros germinativos también varían, reduciéndose tanto t_{50} , que pasa de casi tres meses a uno, como t_{90} .

En clara relación con los cambios producidos por el almacenamiento, incremento en la tasa y en el ritmo de germinación, el vigor aumenta, pasando de un nivel bajo a medio.

E. arborea

Las diferencias en la germinación con el almacenamiento son significativas y de nuevo resulta más elevada el segundo año tras la recolección.

En este caso el ritmo de germinación es igual de rápido, apareciendo las primeras germinaciones en los primeros diez días y alcanzándose ya en el primer mes valores muy próximos al porcentaje final de germinación encontrado a los tres meses. El t_m , sin diferencias estadísticamente significativas y los t_{50} y t_{90} también son muy parecidos.

En consecuencia, el vigor es alto en los dos casos, aumentando un poco con el almacenamiento.

E. australis

La germinación sigue siendo nula tras un año de almacenamiento de las semillas, sin que se observe variación.

E. ciliaris

En esta especie no se detectan diferencias estadísticamente significativas entre las semillas de esta especie puestas a germinar en el primer año tras su recolección y las que se pusieron a germinar un año más tarde.

Tras dos semanas comienza en ambos casos la germinación, que tras almacenamiento se estabiliza antes, por lo que t_{50} y t_{90} son menores. También el t_m es significativamente menor en las semillas almacenadas, pasando de mes y medio a un mes.

El vigor, como consecuencia de la aceleración del ritmo de germinación, se incrementa, pasando de un nivel medio a uno elevado.

E. cinerea

La germinación de *E. cinerea* continúa siendo nula tras un año de almacenamiento de las semillas, sin que se observe variación.

E. scoparia

Esta especie disminuye la germinación tras el almacenamiento de las semillas pero las diferencias no son estadísticamente significativas, debido a la alta dispersión de los datos tanto antes como después del almacenamiento de las semillas.

La germinación comienza algo antes en las semillas almacenadas y en consecuencia el t_m se reduce un poco con el almacenamiento, pero no de manera significativa. El t_{50} se mantiene en torno a un mes, y el t_{90} disminuye de 54 a 38 días.

Como consecuencia, el vigor que era medio en las semillas frescas resulta alto en las almacenadas.

E. tetralix

No hay diferencias significativas entre ambos años, reduciéndose ligeramente la germinación tras el almacenamiento de las semillas.

Se observa también un retraso en la aparición de las primeras germinaciones con el almacenamiento, que pasa de dos a tres semanas. El tiempo medio de germinación casi no varía, el t_{50} pasa de 35 a 45 días. El t_{90} es mayor en el primer año, como si las germinaciones pudieran prolongarse después del tercer mes.

En consecuencia, el vigor se reduce un poco en el segundo año, manteniéndose en un nivel medio.

E. umbellata

La germinación disminuye considerablemente en las semillas almacenadas y lo hace de manera significativa.

Las semillas almacenadas tardan más en comenzar a germinar. En cuanto a los parámetros germinativos, también se prolongan, sobre todo t_m y t_{50} .

Además, se aprecia cambio en el vigor, las semillas frescas tienen un vigor medio casi alto y las almacenadas son de vigor muy bajo.

E. vagans

Las diferencias en la germinación entre las semillas frescas y almacenadas no son estadísticamente significativas manteniéndose en ambos casos en torno a un 30%.

Las semillas tras almacenamiento germinan con el mismo ritmo que las frescas y en los parámetros germinativos no se aprecian diferencias significativas.

El vigor también se mantiene en valores similares tras almacenamiento.

1.4.2. Efecto de la temperatura sobre la germinación

1. 4.2.1. Efecto de la temperatura en las especies estudiadas

En la Tabla 4 del Anexo Estadístico se presentan los resultados de las pruebas ANOVA para cada una de las especies ensayadas para los porcentajes finales de germinación con la aplicación de tratamientos térmicos.

La Tabla 17 del Anexo Estadístico muestra los ANOVA para los tiempos medios de este mismo apartado.

Calluna vulgaris

En la Figura 20 se muestra la dinámica de la germinación de esta especie, y en la Tabla 7 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

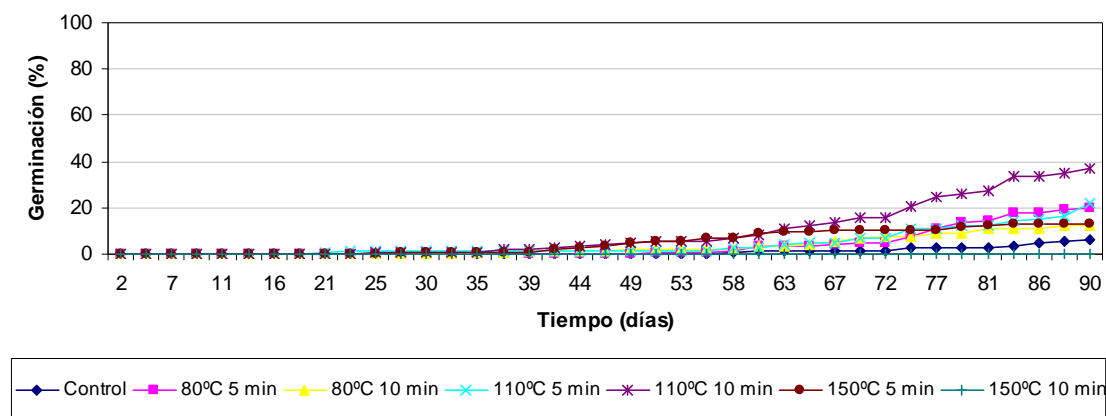


Figura 20: Germinación de *Calluna vulgaris* con los tratamientos térmicos estudiados.

La temperatura produce en esta especie una estimulación de la germinación en todos los tratamientos ensayados, que pasa de ser muy baja a un nivel medio; salvo con las temperaturas altas durante 10 minutos con las cuales la germinación resulta anulada, siendo la diferencia con el control significativa. El mayor incremento se produce en los tratamientos a temperatura media, sobre todo cuando ésta se mantiene durante 10 minutos, resultando las diferencias respecto al control también significativas.

Tabla 7: Parámetros germinativos de *Calluna vulgaris* con los tratamientos térmicos ensayados, (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

TRATAMIENTOS TÉRMICOS		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		6,31	58	78	84	90	1,28
80	5	20,00	51	76	77	84	1,35
	10	12,67	35	69	70	88	1,49
110	5	22,18	21	75	74	90	1,49
	10	36,96	25	70	74	84	1,62
150	5	13,33	28	59	56	81	1,83
	10	0,00	-	-	-	-	0,00

Los tratamientos térmicos también modifican el ritmo de germinación, acelerando su comienzo, así, en el control, con una germinación muy lenta, la primera germinación se produce en torno a los dos meses (58 días), y con los tratamientos a temperaturas de intensidad media y alta, salvo cuando estas últimas duran 10 minutos, se producen antes de que se cumpla un mes de la experiencia. En consecuencia, t_m , t_{50} y t_{90} , se reducen, pasando en el primer caso de dos meses y medio en el control a dos meses, resultando significativas las diferencias con el control con la temperatura de intensidad media (110°C) durante 5 y 10 minutos.

Debido a la lenta germinación de esta especie, cuyos valores de t_{90} son cercanos a los tres meses, tanto en el control como en los tratamientos térmicos prácticamente no se observa estabilización de la germinación acumulada al final del ensayo.

En consecuencia, el vigor de las semillas estudiadas también se modifica, aumentando ligeramente respecto al control a medida que se aumenta la temperatura y el tiempo de exposición, hasta 150°C durante 5 minutos; pasando en este tratamiento de un vigor bajo a un vigor medio.

Erica arborea

En la Figura 21 se muestra la dinámica de la germinación de esta especie, y en la Tabla 8 presentan los parámetros germinativos correspondientes.

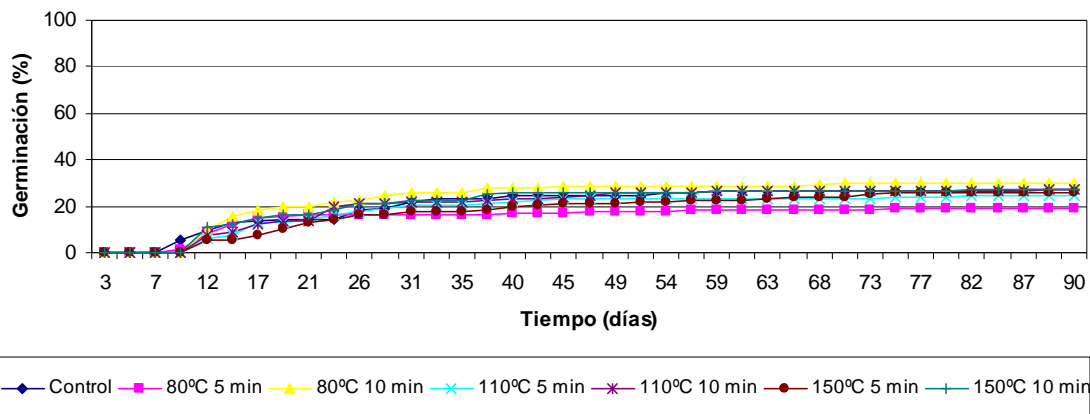


Figura 21: Germinación de *Erica arborea* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 8: Parámetros germinativos de *Erica arborea* con los tratamientos térmicos ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación),

TRATAMIENTOS TÉRMICOS		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		27,20	10	24	17	40	5,35
80	5	23,20	10	20	14	42	6,90
	10	30,00	12	21	14	38	6,08
110	5	29,60	12	24	17	42	5,27
	10	27,33	12	25	24	47	5,19
150	5	26,00	12	30	24	63	4,73
	10	27,33	12	22	17	38	5,69

La germinación final resulta similar en todos los tratamientos térmicos estudiados, incluso con las temperaturas más elevadas, alcanzando en todos ellos un nivel medio; las diferencias frente al control son escasas, y en ningún caso estadísticamente significativas, por lo que cabe concluir que su germinación no resulta afectada por los tratamientos térmicos ensayados.

El ritmo de germinación es muy rápido y también similar en todos los tratamientos al del control, comenzando en todos los casos a germinar entre los

10 y 12 primeros días; de modo que al cabo del primer mes ya se han alcanzado la práctica totalidad de las germinaciones.

Los parámetros germinativos, presentan también poca variabilidad, sin que se aprecien diferencias significativas en el t_m que alcanza valores ente 20 y 30 días; manteniéndose el t_{50} en todos los casos también en el primer mes, reflejando así la germinación muy rápida de esta especie. El t_{90} tampoco varía mucho con los tratamientos térmicos, en consonancia con la estabilización de la germinación acumulada en torno al primer mes.

El vigor es alto en todos los casos, como en el control, llegando a ser muy alto con la temperatura de 80°C durante 5 minutos.

Erica australis:

Debido a la escasa germinación de esta especie en todos los tratamientos ensayados no se presenta la gráfica correspondiente a la dinámica de la germinación. En la Tabla 9 presentan los parámetros germinativos correspondientes.

Tabla 9: Parámetros germinativos de *Erica australis* con los tratamientos térmicos ensayados (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

TRATAMIENTOS TÉRMICOS		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		0,00	-	-	-	-	0,00
80	5	0,00	-	-	-	-	0,00
	10	0,67	59	59	59	59	0,28
110	5	0,67	66	66	66	66	0,25
	10	2,67	52	68	61	84	0,51
150	5	0,67	52	52	52	52	0,32
	10	1,33	63	66	66	66	0,25

E. australis es una especie que no presenta germinación en el control y los tratamientos térmicos tienen muy escasa influencia sobre la misma. El tratamiento térmico de intensidad media, 110°C durante 10 minutos, es el que produce algo de germinación, que no llega a alcanzar un 3%; pero ni siquiera en

este caso las diferencias frente al control resultan significativas, por lo que no se puede hablar de respuesta germinativa a la temperatura.

El comienzo de la germinación, cuando se produce, se retrasa hasta el segundo mes, con t_0 entre 52 y 66 días.

Los parámetros germinativos estudiados presentan valores similares entre sí y cercanos a veces a los tres meses, influenciados por una germinación muy escasa y muy lenta. En consecuencia, el vigor es nulo o muy bajo.

Erica ciliaris

En la Figura 22 se muestra la dinámica de la germinación de esta especie, y en la Tabla 10 presentan los parámetros germinativos correspondientes.

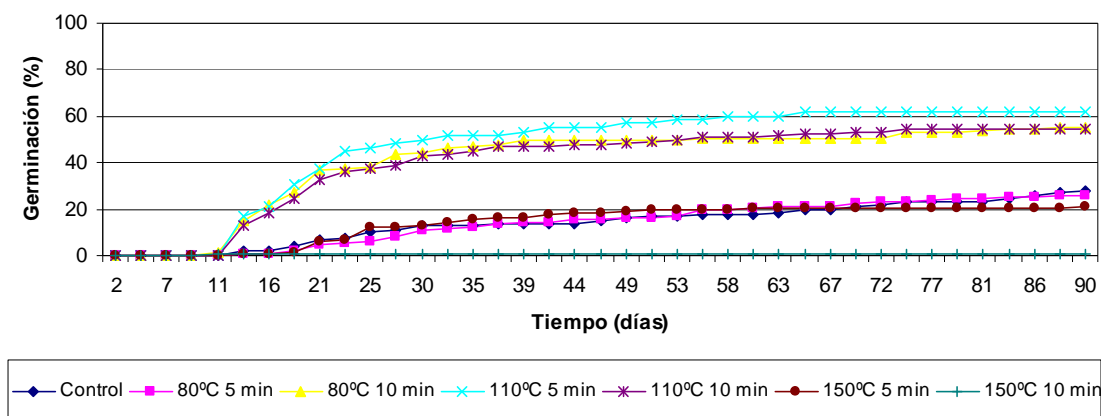


Figura 22: Germinación de *Erica ciliaris* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 10: Parámetros germinativos de *Erica ciliaris* con los tratamientos térmicos ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

TRATAMIENTOS TÉRMICOS		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		27,74	14	47	46	86	2,95
80	5	26,00	14	43	37	77	2,87
	10	55,33	11	26	21	46	4,85
110	5	62,07	14	24	21	49	5,04
	10	54,16	14	26	21	51	4,77
150	5	21,33	14	32	25	49	3,68
	10	0,67	11	11	11	11	1,52

Los tratamientos térmicos suaves no afectan a su germinación cuando su duración es baja (5 minutos), incrementándola cuando su duración es alta, lo que también ocurre con los tratamientos de intensidad media; en todos ellos se acelera además el ritmo de germinación. Los tratamientos térmicos fuertes la reducen considerablemente, descendiendo por debajo del 1%, sin ralentizar el ritmo de germinación. Estas diferencias son estadísticamente significativas tanto en la estimulación de la germinación para los tratamientos de temperaturas de intensidad media, como en su reducción con las de intensidad elevada, que resulta estadísticamente diferente al control para 150°C 10 minutos

Casi todos los tratamientos térmicos producen variaciones en el ritmo de germinación, que se acelera pasando a ser muy rápido. Analizando dichos parámetro, en t_0 apenas hay variaciones, situándose en todos los casos entre 11 y 14 días; los tratamientos de 80°C 10 minutos y 110°C 5 y 10 minutos reducen significativamente el t_m y consecuentemente reducen también el t_{50} , que se mantiene en el primer mes, y t_{90} , que se acerca al mes y medio. También se reducen significativamente estos parámetros con los tratamientos térmicos fuertes, lo que se aprecia sobre todo cuando su duración es mayor.

El vigor aumenta en general con los tratamientos térmicos, pasando de un nivel medio a alto, salvo con la temperatura de 150°C durante 10 minutos en el que se reduce a un nivel bajo.

Erica cinerea

E. cinerea, que presentaba una germinación nula en el control, no resulta estimulada por los tratamientos térmicos, siendo la germinación nuevamente nula en todos los tratamientos ensayados.

Por este motivo la Figura correspondiente a la dinámica de la germinación no se presenta para esta especie, ni tampoco la Tabla en las que se presentan los parámetros relacionados con el tiempo.

Erica erigena

En la Figura 23 se muestra la dinámica de la germinación de esta especie, y en la Tabla 11 presentan los parámetros germinativos correspondientes.

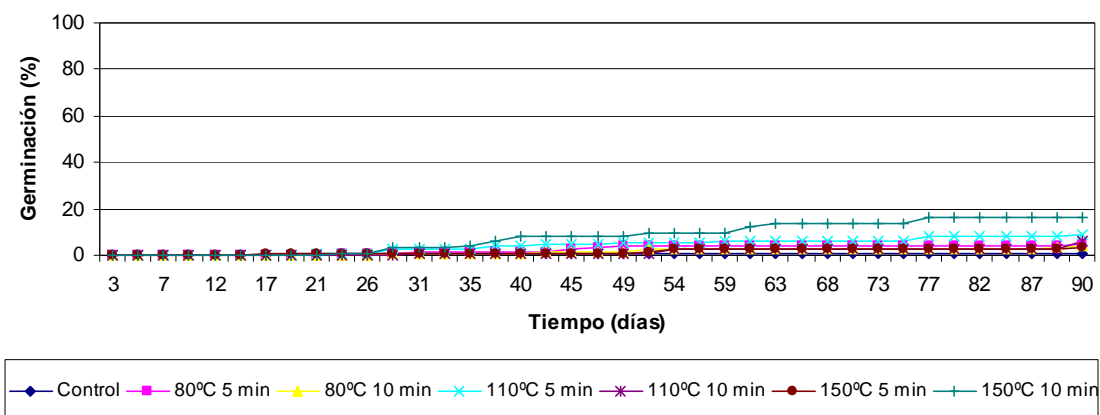


Figura 23: Germinación de *Erica erigena* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 11: Parámetros germinativos de *Erica erigena* con los tratamientos térmicos ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

TRATAMIENTOS TÉRMICOS		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		0,80	19	19	19	19	1,05
80	5	4,80	24	48	45	90	1,22
	10	4,00	28	60	52	90	1,67
110	5	8,80	21	50	42	77	1,91
	10	6,40	31	74	90	90	1,67
150	5	3,20	17	54	52	90	0,97
	10	16,00	24	49	40	77	2,46

En cuanto al porcentaje final de germinación, *E. erigena* presenta un incremento de la misma respecto al control en todos los tratamientos ensayados, presentando la mayor respuesta con la temperatura elevada mantenida durante 10 minutos, así como con la de intensidad media, que resultan significativamente diferentes del control.

En cuanto al ritmo de germinación, t_0 se acerca a un mes, presentando un ligero retraso con casi todos los tratamientos respecto al control. El t_m de germinación, t_{50} y t_{90} son también más elevados en todos los tratamientos frente al control (los dos primeros varían en torno a un mes y medio o dos meses, y el último se acerca más a los tres).

El vigor pasa de ser bajo en el control a medio en casi todos los tratamientos (80°C 10 minutos, 110°C 5 y 10 minutos y 150°C 10 minutos).

Erica scoparia

En la Figura 24 se muestra la dinámica de la germinación de esta especie, y en la Tabla 12 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

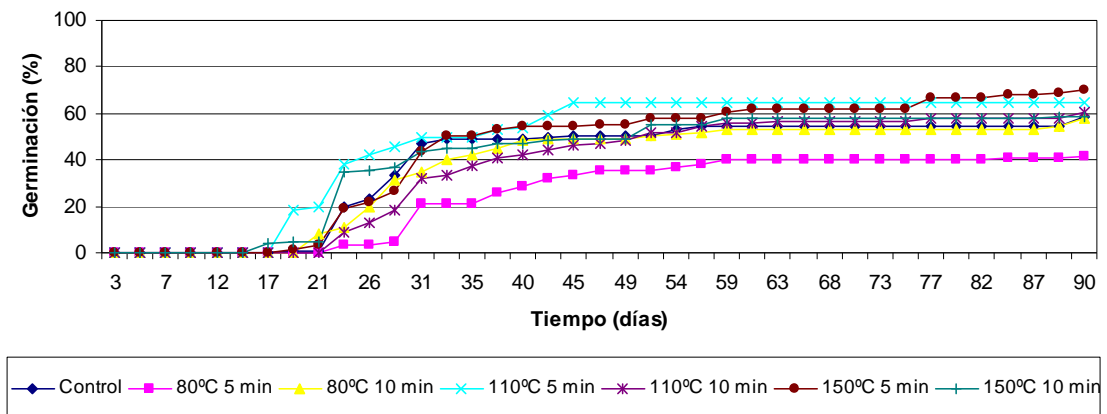


Figura 24: Germinación de *Erica scoparia* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 12: Parámetros germinativos de *Erica scoparia* con los tratamientos térmicos ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

TRATAMIENTOS TÉRMICOS		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		58,40	19	34	28	54	3,11
80	5	41,60	24	39	31	56	2,78
	10	65,60	21	36	31	54	3,14
110	5	64,80	19	28	24	42	3,95
	10	60,80	24	39	31	59	2,90
150	5	70,40	19	38	31	77	3,17
	10	58,40	17	31	24	52	2,46

Esta especie es la que alcanza mayores porcentajes de germinación control el primer año, la cual con casi todos los tratamientos térmicos resulta incrementada, manteniéndose siempre en niveles elevados. En ninguno de estos casos las diferencias con el control son estadísticamente significativas, si bien los porcentajes mayores (70%) se alcanzan con 150°C durante 5 minutos. Únicamente las diferencias frente al control resultan significativas en el tratamiento de 80°C 5 minutos, por ser menores los valores de germinación.

El ritmo de germinación es rápido, y las primeras germinaciones se producen entre las dos y las cuatro primeras semanas en todos los casos. En ningún caso las diferencias en el t_m frente al control son estadísticamente significativas, manteniéndose todas ellas en torno al primer mes y muy similares a las de t_{50} ; mientras que t_{90} se aproxima más a los dos meses.

En cuanto al vigor, tampoco difiere, manteniéndose en un valor medio o incluso alto.

Erica tetralix

En la Figura 25 se muestra la dinámica de la germinación de esta especie, y en la Tabla 13 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

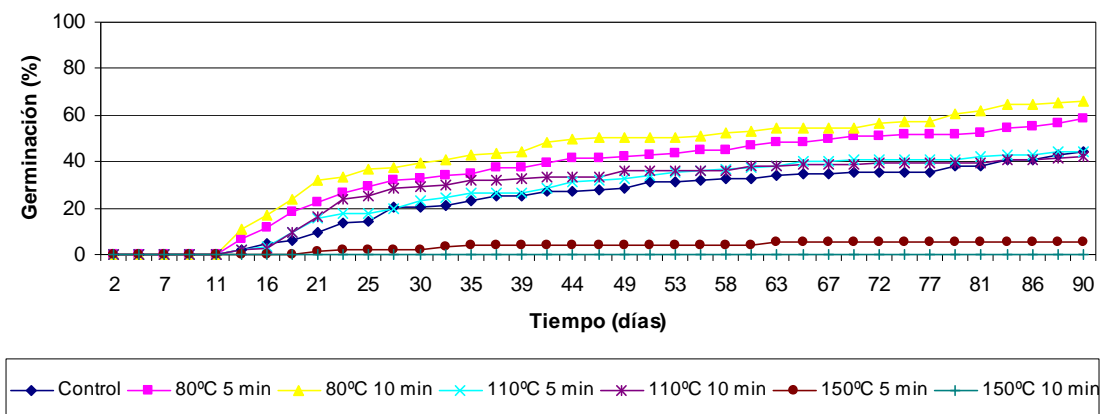


Figura 25: Germinación de *Erica tetralix* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 13: Parámetros germinativos de *Erica tetralix* con los tratamientos térmicos ensayados, (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

TRATAMIENTOS TÉRMICOS		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		44,44	14	43	35	84	3,10
80	5	58,67	14	38	30	84	3,84
	10	66,00	14	35	23	79	4,16
110	5	44,00	14	37	30	65	3,46
	10	42,00	14	32	23	65	4,05
150	5	5,00	21	35	32	63	1,94
	10	0,00	-	-	-	-	0,00

Los tratamientos térmicos modifican la germinación de esta especie. El mayor incremento de la germinación se produce con los tratamientos de intensidad suave (80°C), manteniéndose siempre en un valor alto, y resultando significativa esta estimulación en los dos tiempos ensayados. Las temperaturas de intensidad media apenas producen diferencias con el control; y en las temperaturas más elevadas, 150°C, se produce una disminución significativa de las germinaciones, que se hacen escasas, hasta la inhibición total de las mismas cuando dicha temperatura se mantiene durante 10 minutos.

El ritmo de germinación también varía, t_0 se mantiene en torno a las dos o tres primeras semanas, salvo cuando no se produce germinación; mientras que los tratamientos térmicos producen reducción en su t_m , que pasa de un mes y medio a un mes, resultando estadísticamente significativas las diferencias únicamente con el de 110°C 10 minutos. El t_{50} se reduce ligeramente, y t_{90} algo más, pasando de casi tres meses a dos. Consecuentemente, el vigor pasa de considerarse medio en el control a ser alto con los tratamientos de temperatura suave y media, disminuyendo nuevamente con los de intensidad fuerte, hasta alcanzar valores nulos.

Erica umbellata

En la Figura 26 se muestra la dinámica de la germinación de esta especie, y en la Tabla 14 presentan los parámetros germinativos correspondientes.

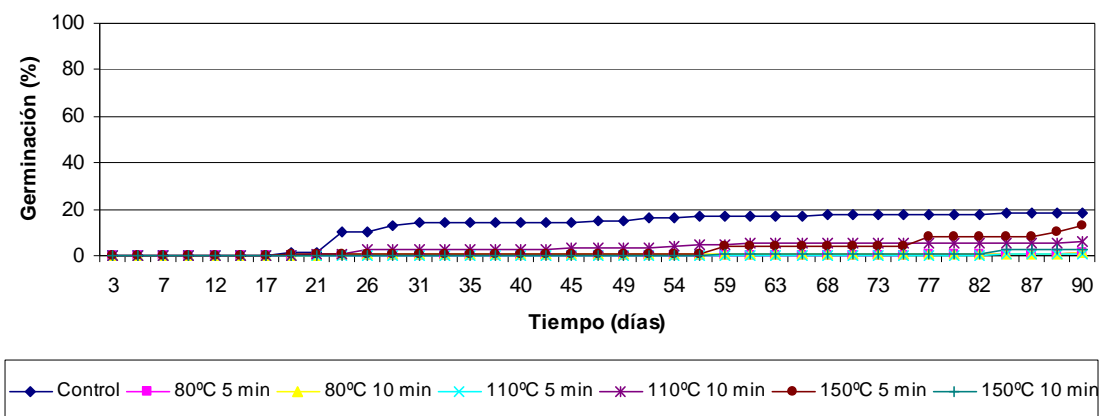


Figura 26: Germinación de *Erica umbellata* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 14: Parámetros germinativos de *Erica umbellata* con los tratamientos térmicos ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

TRATAMIENTOS TÉRMICOS		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		18,40	19	34	24	56	3,68
80	5	1,60	77	84	77	90	0,48
	10	1,60	24	58	24	90	0,53
110	5	0,80	84	84	84	84	0,24
	10	6,40	21	48	45	90	2,28
150	5	12,80	19	74	77	90	1,47
	10	2,40	59	76	84	84	0,82

Los tratamientos térmicos producen en esta especie una disminución de la germinación, resultando estas diferencias significativas para casi todos los casos en relación con el control.

El ritmo de germinación también se modifica, ralentizándose, así, el t_0 pasa de 19 días en el control hasta los máximos de 77 y 84 días. Los t_m también se incrementan, resultando las variaciones significativas en todos los casos que se han podido comparar.

El vigor, que en el control es alto, pasa a valores muy bajos con las temperaturas suaves y tiende a descender en general con temperaturas medias y altas.

Erica vagans

En la Figura 27 se muestra la dinámica de la germinación de esta especie, y en la Tabla 15 presentan los parámetros germinativos correspondientes.

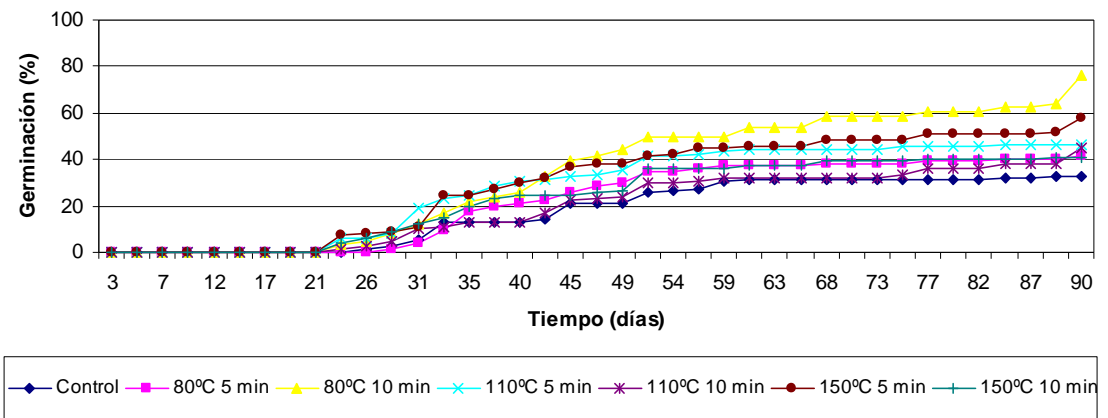


Figura 27: Germinación de Erica vagans con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 15: Parámetros germinativos de Erica vagans con los tratamientos térmicos ensayados. (t₀, t₅₀, t₉₀: tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m: tiempo medio de germinación).

TRATAMIENTOS TÉRMICOS		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t ₀ (días)	t _m (días)	t ₅₀ (días)	t ₉₀ (días)	Vigor (%)
Control		32,80	26	45	45	59	2,46
80	5	41,60	28	45	40	59	2,35
	10	76,00	24	47	42	68	2,37
110	5	46,40	24	39	33	52	2,80
	10	44,80	24	54	45	90	2,21
150	5	58,00	24	42	38	68	2,61
	10	40,80	24	42	38	61	2,65

En esta especie todos los tratamientos térmicos incrementan la germinación, que resulta alta siempre; no resultando significativas las diferencias con el control en todos los casos

La dinámica de la germinación es similar en todos los tratamientos, por lo que los incrementos en la germinación no van acompañados de cambios en su ritmo, comenzando en todos los casos la germinación en la cuarta semana, en torno a un mes. El t_m se aproxima al mes y medio en todos ellos, sin que se presenten diferencias significativas con el control; el t_{50} también se sitúa entre el mes y el mes y medio, y el t_{90} en torno a dos, excepcionalmente (110°C 10 minutos) llega hasta los 90 días.

El vigor se mantiene también en valores similares, con un nivel medio en todos los casos.

1.4.2.2. Variabilidad interanual del efecto de la temperatura

En la Tabla 5 del Anexo Estadístico se presentan los resultados de las pruebas ANOVA para cada una de las especies en cuanto al porcentaje final de germinación del segundo año. En la Tabla 18 del Anexo Estadístico se presentan los ANOVA para cada una de las especies para el tiempo medio de germinación de este apartado. La Tabla 7 del Anexo Estadístico muestra las pruebas de dos vías para el efecto de la temperatura y la variabilidad interanual.

Calluna vulgaris

En la Figura 28 se muestra la germinación final encontrada para esta especie en los dos años estudiados, y en la Tabla 16 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

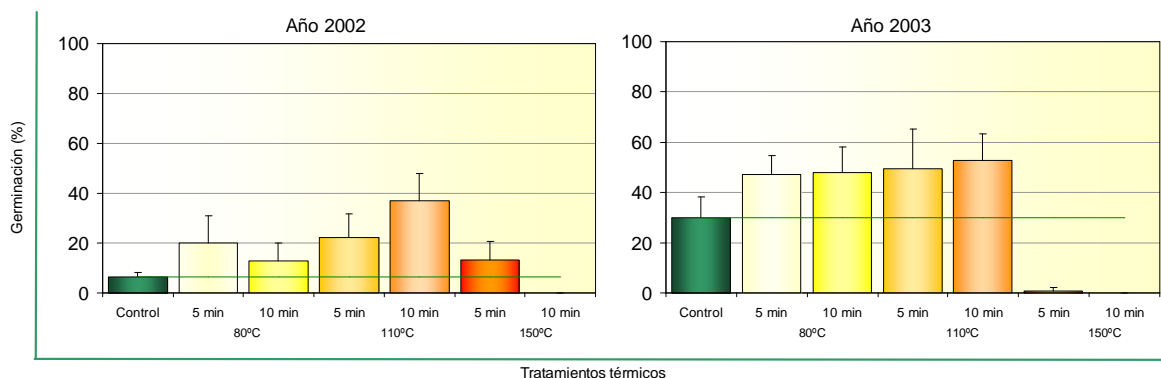


Figura 28: Variabilidad interanual de la germinación final de *Calluna vulgaris* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 16: Variabilidad interanual de los parámetros germinativos de *Calluna vulgaris* con los tratamientos térmicos (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

VARIABILIDAD INTERANUAL			PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Año	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		2002	6,31	58	78	84	90	1,28
		2003	30,00	21	60	58	89	1,87
80	5	2002	20,00	51	76	77	84	1,35
		2003	47,33	16	52	49	79	2,44
	10	2002	12,67	35	69	70	88	1,49
		2003	48,00	14	50	51	77	2,53
110	5	2002	22,18	21	75	74	90	1,49
		2003	49,33	21	57	56	86	1,99
	10	2002	36,96	25	70	74	84	1,62
		2003	52,67	21	53	53	77	2,20
150	5	2002	13,33	28	59	56	81	1,83
		2003	0,67	90	90	90	90	0,18
	10	2002	0,00	-	-	-	-	0,00
		2003	0,00	-	-	-	-	0,00

En esta especie hay diferencias en la germinación control final entre un año y otro, pudiendo ser escasa o media, pero el efecto de la temperatura presenta tendencias similares, de modo que las temperaturas de intensidad suave y media estimulan siempre la germinación y las fuertes la reducen hasta valores muy bajos o nulos, especialmente cuando su duración es mayor. Por lo tanto, el efecto de la temperatura sobre la germinación de las semillas de esta especie, aunque presenta tendencias similares, en el segundo año estudiado son más los tratamientos con diferencias significativas frente al control.

Esto se confirma al analizar la interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos térmicos, y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable variabilidad interanual poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos térmicos también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos térmicos posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre los dos años estudiados no son las mismas en todos los tratamientos.

Como se ha analizado con anterioridad, estas diferencias en la tasa final de germinación en el control también se observan en su ritmo. Así, el inicio de la germinación es diferente entre un año y otro, disminuyendo t_0 en el segundo, con germinación más alta; pero el efecto del factor temperatura en dicho ritmo presenta también tendencias similares, disminuyendo el t_m con las temperaturas suaves y medias en el segundo año, siendo esta disminución estadísticamente significativa solo en el primer caso.

En correspondencia, el vigor también varía, incrementándose el segundo año, si bien en todos los casos se corresponde con un nivel medio.

Erica arborea

En la Figura 29 se muestra la germinación final encontrada para esta especie en los dos años estudiados, y en la Tabla 17 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

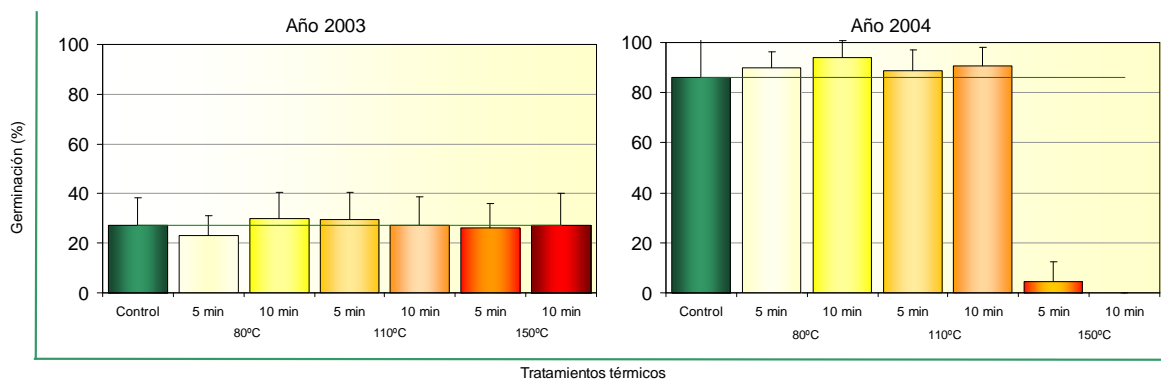


Figura 29: Variabilidad interanual de la germinación final de *Erica arborea* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 17: Variabilidad interanual de los parámetros germinativos de *Erica arborea* con los tratamientos térmicos ensayados (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

VARIABILIDAD INTERANUAL			PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Año	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		2003	27,20	10	24	17	40	5,35
		2004	86,00	11	12	11	11	8,78
80	5	2003	23,20	10	20	14	42	6,90
		2004	90,00	11	12	11	15	8,58
	10	2003	30,00	12	21	14	38	6,08
		2004	94,00	11	12	11	11	8,70
110	5	2003	29,60	12	24	17	42	5,27
		2004	88,67	11	14	11	20	7,95
	10	2003	27,33	12	25	24	47	5,19
		2004	90,67	11	16	11	25	7,41
150	5	2003	26,00	12	30	24	63	4,73
		2004	4,67	11	30	27	39	2,53
	10	2003	27,33	12	22	17	38	5,69
		2004	0,00	-	-	-	-	0,00

Esta especie también presenta variabilidad interanual en la germinación control, no obstante el efecto de la temperatura sobre la germinación resulta similar en el caso de los tratamientos de intensidad suave y media, no produciendo variación en la germinación, aunque difiere sí en el de intensidad fuerte, puesto que en el segundo año se observa una reducción significativa de

la germinación que no existía en el primero, lo que evidencia una diferencia interanual en la sensibilidad de las semillas a las temperaturas muy elevadas. Esta conclusión se observa también al analizar la interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos térmicos, en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, en la que se concluye que los grupos definidos por la variable variabilidad interanual poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos térmicos también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos térmicos posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre los dos años estudiados no son las mismas en todos los tratamientos.

Como en el caso anterior, el ritmo de germinación sigue también las mismas tendencias observadas el primer año. Las primeras germinaciones se detectan muy pronto, entre los 10 y 12 primeros días. El t_m y t_{90} resultan similares al del control, sin evidenciarse diferencias estadísticamente significativas; salvo en el caso de las temperaturas de 150°C, que sí que se modifica el ritmo de germinación, ralentizándose cuando su duración es de 5 minutos, y sin dato de t_m cuando es de 10, puesto que la germinación es nula.

En cuanto al vigor, mantiene también la tendencia observada el primer año, resultando similar para todos los tratamientos. En el segundo año el vigor alcanza valores muy altos, aunque a temperaturas elevadas desciende hasta valores medios o nulos.

Erica australis

En la Figura 30 se muestra la germinación final encontrada para esta especie en los dos años estudiados, y en la Tabla 18 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

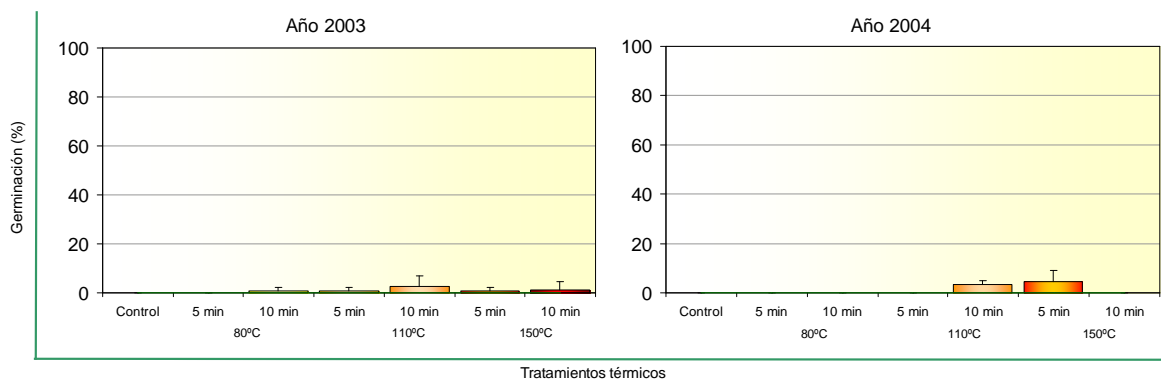


Figura 30 : Variabilidad interanual de la germinación final de *Erica australis* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 18 : Variabilidad interanual de los parámetros germinativos de *Erica australis* con los tratamientos térmicos ensayados (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

VARIABILIDAD INTERANUAL			PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Año	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		2003	0,00	-	-	-	-	0,00
		2004	0,00	-	-	-	-	0,00
80	5	2003	0,00	-	-	-	-	0,00
		2004	0,00	-	-	-	-	0,00
	10	2003	0,67	59	59	59	59	0,28
		2004	0,00	-	-	-	-	0,00
110	5	2003	0,67	66	66	66	66	0,25
		2004	0,00	-	-	-	-	0,00
	10	2003	2,67	52	68	61	84	0,51
		2004	3,33	32	55	55	62	1,64
150	5	2003	0,67	52	52	52	52	0,32
		2004	4,67	39	65	62	83	1,24
	10	2003	1,33	63	66	66	66	0,25
		2004	0,00	-	-	-	-	0,00

Esta especie no presenta variabilidad interanual ya que, tanto un año como el otro resulta nulo o escaso el número de germinaciones. No obstante, en el segundo año estudiado el ligero incremento de la germinación producido por los tratamientos térmicos de intensidad media y fuerte resulta estadísticamente significativo en relación con el control.

En cuanto a la interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos térmicos y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los porcentajes finales de germinación para la especie *E. australis* no son significativamente diferentes en los grupos definidos por la variable variabilidad interanual ni la variable tratamiento térmico. La interacción entre ambos factores no tiene efecto significativo en el porcentaje de germinación.

El ritmo de germinación, en los tratamientos en que se produce, es muy lento siempre, con un t_m próximo a los dos meses.

El vigor se mantiene en valores nulos, muy bajos y excepcionalmente bajos.

Erica ciliaris

En la Figura 31 se muestra la germinación final encontrada para esta especie en los dos años estudiados, y en la Tabla 19 presentan los parámetros germinativos correspondientes.

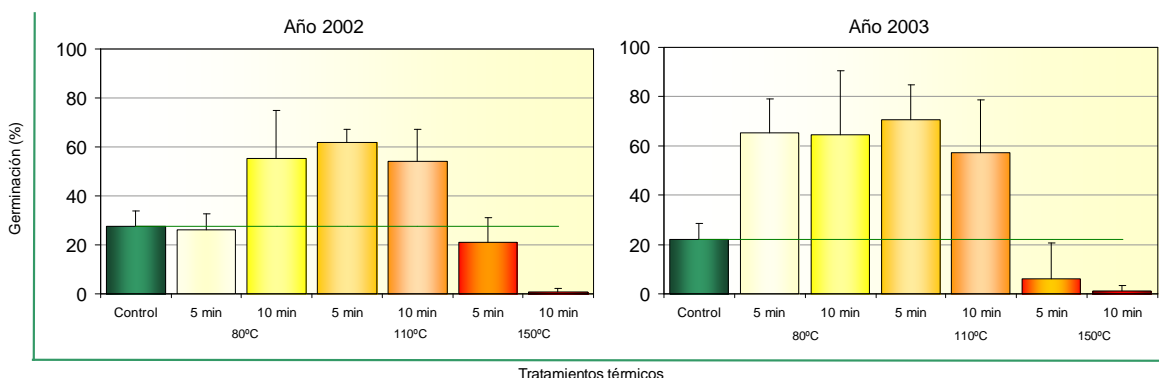


Figura 31: Variabilidad interanual de la germinación final de *Erica ciliaris* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 19: Variabilidad interanual de los parámetros germinativos de *Erica ciliaris* con los tratamientos térmicos ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación,

VARIABILIDAD INTERANUAL			PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Año	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		2002	27,74	14	47	46	86	2,95
		2003	22,00	11	32	21	70	5,29
80	5	2002	26,00	14	43	37	77	2,87
		2003	65,33	11	22	14	44	6,18
	10	2002	55,33	11	26	21	46	4,85
		2003	64,67	11	22	16	42	6,07
110	5	2002	62,07	14	24	21	49	5,04
		2003	70,67	11	19	14	23	6,54
	10	2002	54,16	14	26	21	51	4,77
		2003	57,33	11	24	16	44	5,31
150	5	2002	21,33	14	32	25	49	3,68
		2003	6,00	25	39	28	53	0,50
	10	2002	0,67	11	11	11	11	1,52
		2003	1,33	14	22	14	30	1,75

Esta especie presenta tanto una germinación control como una respuesta germinativa interanual muy similar en los diferentes tratamientos, entre los cuales las temperaturas suaves (durante 10 minutos) y medias la incrementan significativamente siempre; mientras que las temperaturas elevadas la reducen significativamente hasta anularla; apreciándose una mayor sensibilidad a las

temperaturas suaves, durante 5 minutos, en el segundo año, en el que también producen un incremento significativo.

Por eso, cuando se analiza la interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos térmicos, en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable variabilidad interanual poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos térmicos también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos térmicos posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre los dos años estudiados no son las mismas en todos los tratamientos.

El t_0 se mantiene en valores muy similares a los del primer año estudiado, aumentando ligeramente con el tratamiento de temperatura fuerte, El t_m también varía de modo similar, presentando diferencias significativas frente al control, siendo sus tendencias de variación similares a las del año anterior, reduciéndose con aquellas temperaturas que incrementan la germinación, y que por lo tanto también aceleran su ritmo.

En el segundo año estudiado las semillas de *E. ciliaris* han presentado comparativamente un vigor más elevado, que se corresponde en todo caso con valores altos. Con las temperaturas de 150°C el vigor disminuye, lo que se aprecia mejor el segundo año.

Erica scoparia

En la Figura 32 se muestra la germinación final encontrada para esta especie en los dos años estudiados, y en la Tabla 20 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

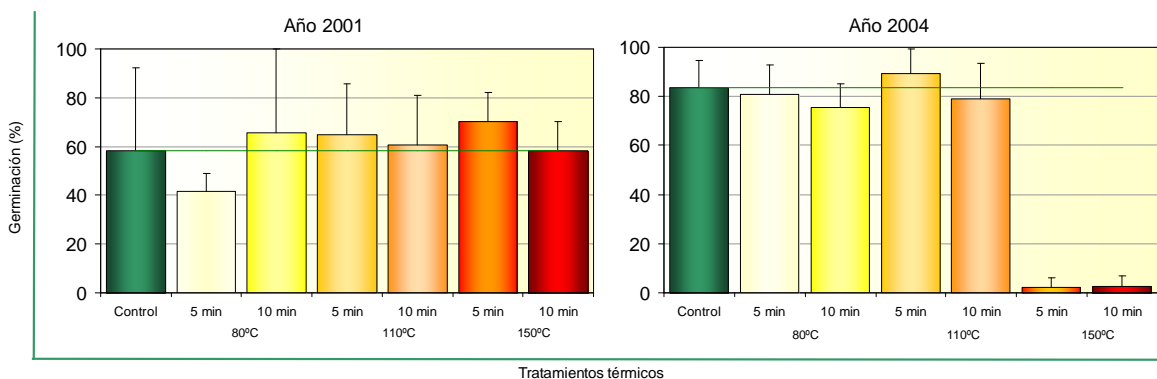


Figura 32: Variabilidad interanual de la germinación final de *Erica scoparia* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 20: Variabilidad interanual de los parámetros germinativos de *Erica scoparia* con los tratamientos térmicos ensayados (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación,

VARIABILIDAD INTERANUAL			PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Año	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		2001	58,40	19	34	28	54	3,11
		2004	83,67	11	22	18	36	5,16
80	5	2001	41,60	24	39	31	56	2,78
		2004	80,67	11	24	20	34	4,77
	10	2001	65,60	21	36	31	54	3,14
		2004	75,67	11	26	22	46	4,61
110	5	2001	64,80	19	28	24	42	3,95
		2004	89,33	11	24	22	34	4,69
	10	2001	60,80	24	39	31	59	2,90
		2004	60,80	11	27	25	41	4,22
150	5	2001	70,40	19	38	31	77	3,17
		2004	2,33	11	30	18	62	3,10
	10	2001	58,40	17	31	24	52	2,46
		2004	2,67	11	56	60	64	3,64

El primer año estudiado *E. scoparia* presenta una germinación elevada, tanto en el control como en todos los tratamientos térmicos estudiados, de manera que las diferencias no resultan estadísticamente significativas. En el segundo año, dichos valores continúan siendo elevados, e incluso mayores,

excepto con las temperaturas de intensidad fuerte, con las que la germinación se reduce de manera estadísticamente significativa.

Nuevamente esta diferencia se refleja al analizar la interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos térmicos en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, en la que se concluye que los grupos definidos por la variable variabilidad interanual poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos térmicos también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos térmicos posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre los dos años estudiados no son las mismas en todos los tratamientos.

El ritmo de germinación mantiene las mismas tendencias que el primer año estudiado, si bien t_0 es menor en todos los casos el segundo año, oscilando t_m en torno a un mes; con excepción también de las temperaturas de intensidad fuerte y máxima duración, que lo reducen significativamente, incrementándose el t_m , que pasa a acercarse a los dos meses.

Las semillas estudiadas en el segundo año presentan en consecuencia más vigor en todos los tratamientos ensayados, pasando de vigores medios a altos en todos los casos.

Erica tetralix

En la Figura 33 se muestra la germinación final encontrada para esta especie en los dos años estudiados, y en la Tabla 21 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

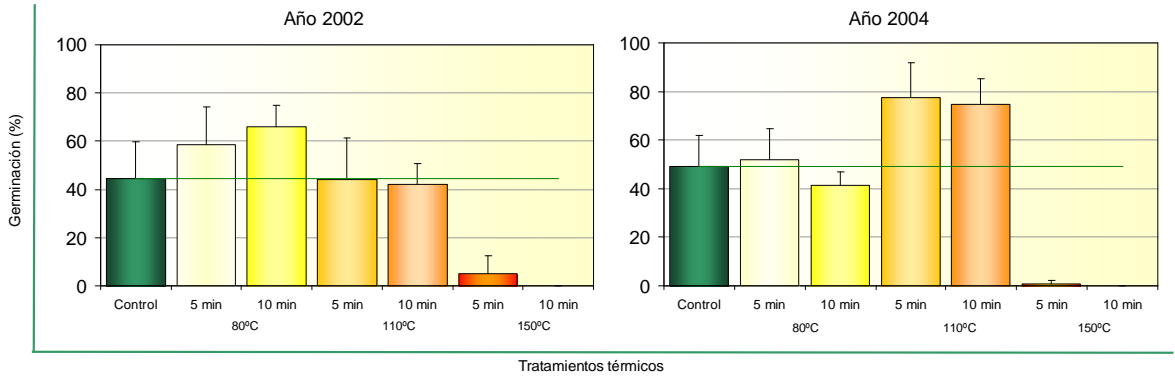


Figura 33: Variabilidad interanual de la germinación final de *Erica tetralix* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 21: Variabilidad interanual de los parámetros germinativos de *Erica tetralix* con los tratamientos térmicos ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

VARIABILIDAD INTERANUAL			PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Año	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		2002	44,44	14	43	35	84	3,10
		2004	49,33	25	57	35	84	2,01
80	5	2002	58,67	14	38	30	84	3,84
		2004	52,00	13	55	30	84	2,08
	10	2002	66,00	14	35	23	79	4,16
		2004	41,33	25	51	23	79	2,23
110	5	2002	44,00	14	37	30	65	3,46
		2004	77,33	13	31	30	65	3,98
	10	2002	42,00	14	32	23	65	4,05
		2004	74,67	15	35	23	65	3,43
150	5	2002	5,00	21	35	32	63	1,94
		2004	0,67	76	76	32	63	0,22
	10	2002	0,00	-	-	-	-	0,00
		2004	0,00	-	-	-	-	0,00

En esta especie la germinación control es muy similar los dos años estudiados, y su respuesta comparativa respecto a los tratamientos de temperatura también. Las temperaturas de intensidad fuerte resultan siempre letales, mientras que las temperaturas más bajas estimulan la germinación, presentando variabilidad en relación con su intensidad, de modo que un año el

incremento se produce con las temperaturas suaves y otro con las de intensidad media.

Por eso, al analizar la interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos térmicos en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable variabilidad interanual poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos térmicos también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos térmicos posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre los dos años estudiados no son las mismas en todos los tratamientos.

El ritmo de germinación presenta una tendencia similar, ya que en los dos años se acelera en aquellos tratamientos que incrementan la germinación, y disminuye en aquellos que la reducen; de manera que los t_m son menores con los tratamientos térmicos suaves o medios. Además, las primeras germinaciones se adelantan algo en este segundo año con el efecto de la temperatura, lo que no ocurría el año anterior.

El vigor varía poco en los dos años ensayados, presentando también tendencias de variación similares; manteniéndose en niveles medios, pudiendo ser elevados en los tratamientos que estimulan la germinación, o bien bajos en los que la reducen.

Erica umbellata

En la Figura 34 se muestra la germinación final encontrada para esta especie en los dos años estudiados, y en la Tabla 22 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

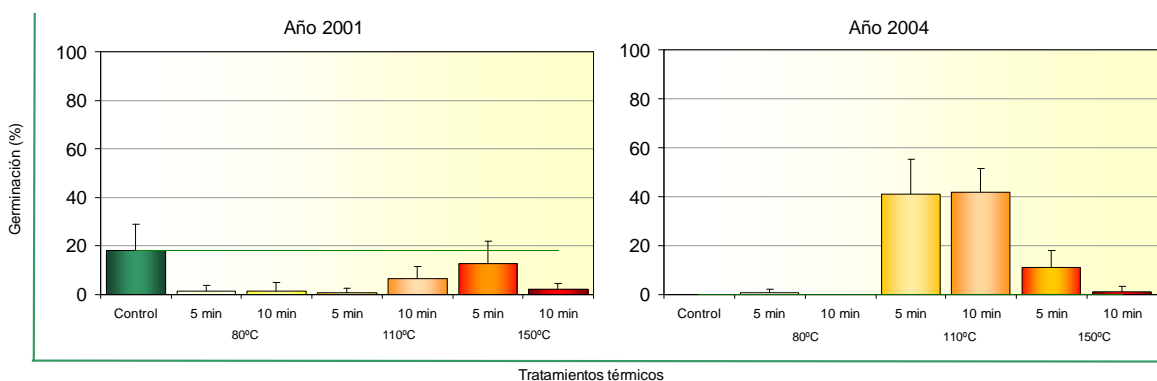


Figura 34: Variabilidad interanual de la germinación final de *Erica umbellata* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 22: Variabilidad interanual de los parámetros germinativos de *Erica umbellata* con los tratamientos térmicos ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

VARIABILIDAD INTERANUAL			PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Año	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		2001	18,40	19	34	24	56	3,68
		2004	0,00	-	-	-	-	0,00
80	5	2001	1,60	77	84	77	90	0,48
		2004	0,67	69	69	69	69	0,24
	10	2001	1,60	24	58	24	90	0,53
		2004	0,00	-	-	-	-	0,00
110	5	2001	0,80	84	84	84	84	0,24
		2004	41,33	25	51	48	74	2,24
	10	2001	6,40	21	48	45	90	2,28
		2004	42,00	22	53	50	83	2,17
150	5	2001	12,80	19	74	77	90	1,47
		2004	11,00	46	64	62	74	1,64
	10	2001	2,40	59	76	84	84	0,82
		2004	1,33	74	78	74	81	0,43

Esta especie presenta variaciones interanuales que ya se ponen de manifiesto en su germinación control, y que también lo hacen en el estudio del efecto de los tratamientos térmicos. En el primer año todos los tratamientos de calor aplicados a las semillas producen una disminución de la germinación frente

al control que resultó significativa en los tratamientos de intensidad suave y media; por el contrario, en el segundo año la germinación resulta estimulada significativamente con temperaturas medias y altas (cuando su duración es de 5 minutos), alcanzándose con las primeras tasas de germinación superiores al 40%. Por lo tanto, su germinación puede ser estimulada por efecto de temperaturas medias y altas, presentando variabilidad interanual en dicha respuesta.

En cuanto a la interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos térmicos y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable variabilidad interanual poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos térmicos también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos térmicos posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre los dos años estudiados no son las mismas en todos los tratamientos.

El ritmo de germinación, en los tratamientos en que esta se produce, resulta comparativamente similar retrasándose mucho las primeras germinaciones en la mayoría de los tratamientos. La evaluación estadística del t_m no ha podido realizarse por falta de casos en casi todos los tratamientos, si bien se observan diferencias notables variando entre los 30 y los 80 días,

El vigor presenta un valor medio en los tratamientos térmicos medios, y bajo o muy bajo en los suaves y altos. Sus tendencias de variación en relación con el control son concordantes con el efecto de la temperatura, así en el primer año el vigor disminuye con la temperatura y en el segundo año el vigor tiende a aumentar.

Erica vagans

En la Figura 35 se muestra la germinación final encontrada para esta especie en los dos años estudiados, y en la Taabla 23 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

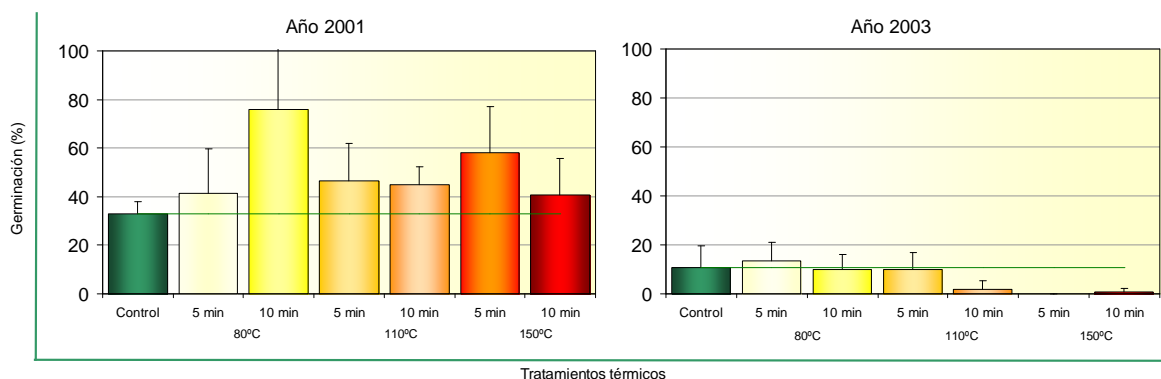


Figura 35: Variabilidad interanual de la germinación final de *Erica vagans* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 23: Variabilidad interanual de los parámetros germinativos de *Erica vagans* con los tratamientos térmicos ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

VARIABILIDAD INTERANUAL			PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Año	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		2001	32,80	26	45	45	59	2,46
		2003	10,67	30	53	46	72	2,11
80	5	2001	41,60	28	45	40	59	2,35
		2003	13,33	23	48	42	70	2,19
	10	2001	76,00	24	47	42	68	2,37
		2003	10,00	28	53	56	67	1,64
110	5	2001	46,40	24	39	33	52	2,80
		2003	10,00	32	57	56	77	1,74
	10	2001	44,80	24	54	45	90	2,21
		2003	2,00	28	49	35	84	0,73
150	5	2001	58,00	24	42	38	68	2,61
		2003	0,00	-	-	-	-	0,00
	10	2001	40,80	24	42	38	61	2,65
		2003	0,67	63	63	63	63	0,26

En el primer año, con una germinación control elevada, la aplicación de calor a las semillas aumenta en todos los casos la germinación si bien las diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos son escasas. En el segundo año, el control presenta una germinación muy baja, y no se aprecia el incremento con las temperaturas suaves y medias; por el contrario las

temperaturas más elevadas la reducen significativamente, a diferencia del año anterior. Existe pues variabilidad interanual en la respuesta a las temperaturas más elevadas.

Esto también se observa al analizar la interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos térmicos en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, en la que se concluye que los grupos definidos por la variable variabilidad interanual poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos térmicos también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos térmicos posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre los dos años estudiados no son las mismas en todos los tratamientos.

El ritmo de germinación resulta comparativamente similar, sin diferencias significativas en ninguno de los años estudiados. Aunque no resulta significativo, los tratamientos térmicos fuertes reducen la germinación y la ralentizan, por lo que el t_m se acerca a los dos meses.

El vigor presenta tendencias de variación similar, modificándose únicamente el segundo año con los tratamientos que reducen la germinación, pasando de un nivel medio a uno muy bajo.

1.4.2.3. Variabilidad con almacenamiento del efecto de la temperatura

En la Tabla 6 del Anexo Estadístico se presentan las pruebas Chi para los porcentajes finales de germinación para cada una de las especies. La Tabla 19 del Anexo Estadístico recoge los ANOVA para cada especie para el tiempo medio, mostrando las diferencias por efecto de la temperatura en las semillas almacenadas. La Tabla 8 del Anexo Estadístico muestra la prueba de dos vías para la interacción entre el efecto de la temperatura y el almacenamiento.

Calluna vulgaris

En la Figura 36 se muestra la germinación final encontrada de las semillas de esta especie recién recogidas y tras un año de almacenamiento, y en la Tabla 24 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

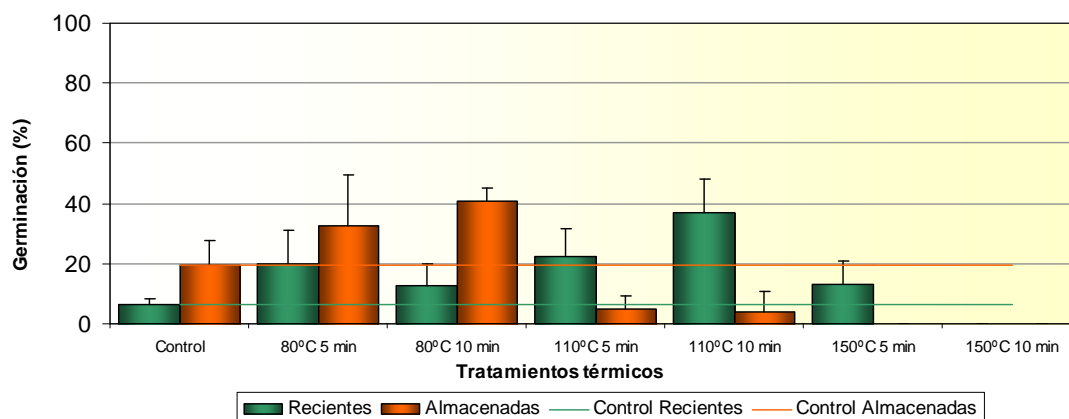


Figura 36: Variabilidad con el almacenamiento de la germinación final de *Calluna vulgaris* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 24: Variabilidad con el almacenamiento de los parámetros germinativos con los tratamientos térmicos. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO			PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		Recientes	6,31	58	78	84	90	1,28
		Almacenadas	19,33	17	43	33	75	2,82
80	5	Recientes	20,00	51	76	77	84	1,35
		Almacenadas	32,67	17	39	33	73	3,14
	10	Recientes	12,67	35	69	70	88	1,49
		Almacenadas	40,67	19	38	26	75	3,32
110	5	Recientes	22,18	21	75	74	90	1,49
		Almacenadas	4,67	21	37	40	47	2,02
	10	Recientes	36,96	25	70	74	84	1,62
		Almacenadas	4,00	28	53	45	73	0,74
150	5	Recientes	13,33	28	59	56	81	1,83
		Almacenadas	0,00	-	-	-	-	0,00
	10	Recientes	0,00	-	-	-	-	0,00
		Almacenadas	0,00	-	-	-	-	0,00

El efecto de la temperatura sobre la germinación de las semillas de esta especie difiere con el almacenamiento, puesto que las temperaturas suaves, que en las semillas recién recogidas estimulan ligeramente la germinación, incrementan su efecto estimulador, resultando significativo. Además, también se observan diferencias en la respuesta a las temperaturas de intensidad media que reducen significativamente la germinación en las semillas almacenadas; lo que se aprecia también con las de intensidad fuerte, que reducen la germinación siempre. Por lo tanto, tras un año de almacenamiento las semillas de *C. vulgaris* modifican su respuesta frente a los tratamientos térmicos, incrementando su respuesta germinativa con temperaturas suaves y reduciéndola con temperaturas medias o fuertes; resultando estas modificaciones comparativamente significativas en casi todos los casos.

Así lo que queda reflejado al analizar la interacción entre el factor almacenamiento y los tratamientos térmicos y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, es que los grupos definidos por la variable almacenamiento poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos térmicos también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre el almacenamiento y los tratamientos térmicos posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre semillas recién recogidas y almacenadas no son las mismas en todos los tratamientos.

En cuanto al ritmo de germinación, tras el almacenamiento las semillas de *C. vulgaris* sometidas a calor tienden a aumentar su t_0 , lo contrario que las semillas recientes que con calor germinan antes. Los t_m en los tratamientos con germinación no presentan diferencias estadísticamente significativas con las temperaturas suaves y medias en relación con su control; pero sí difieren cuando las temperaturas son de intensidad fuerte, tanto en las semillas recién recogidas como en las almacenadas. Con el almacenamiento, el ritmo de germinación se acelera, y los parámetros germinativos disminuyen considerablemente.

Las semillas almacenadas tienen en general un vigor mayor que las recientes, sin afectar la temperatura al mismo salvo en los tratamientos a temperatura alta que provocan descenso del mismo a valores muy bajo o incluso sin germinación.

Erica arborea

En la Figura 37 se muestra la germinación final encontrada de las semillas de esta especie recién recogidas y tras un año de almacenamiento, y en la Tabla 25 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

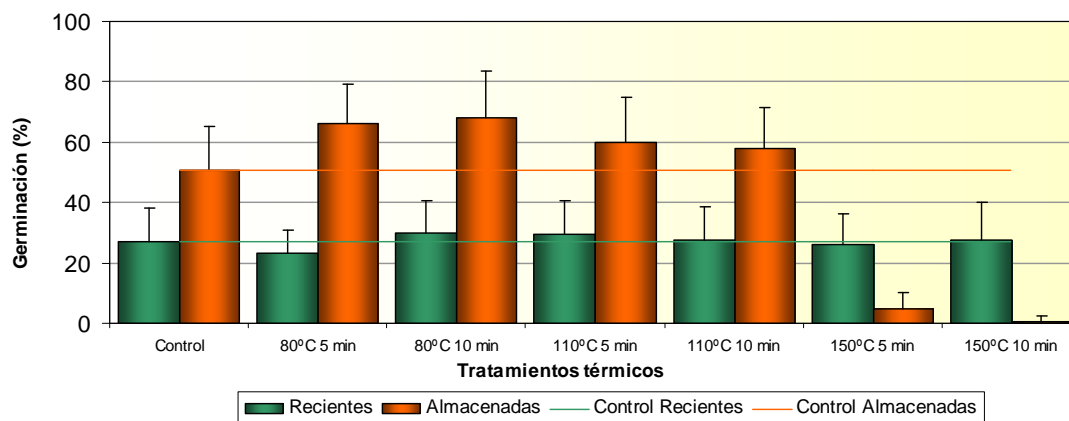


Figura 37: Variabilidad con el almacenamiento de la germinación final de *Erica arborea* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 25: Variabilidad con el almacenamiento de los parámetros germinativos de *Erica arborea* con los tratamientos térmicos ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO			PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		Recientes	27,20	10	24	17	40	5,35
		Almacenadas	50,67	10	20	17	45	5,86
80	5	Recientes	23,20	10	20	14	42	6,90
		Almacenadas	66,00	10	23	17	28	5,45
	10	Recientes	30,00	12	21	14	38	6,08
		Almacenadas	68,00	12	19	19	38	5,91
110	5	Recientes	29,60	12	24	17	42	5,27
		Almacenadas	60,00	12	23	21	54	5,07
	10	Recientes	27,33	12	25	24	47	5,19
		Almacenadas	58,00	14	29	31	35	4,25
150	5	Recientes	26,00	12	30	24	63	4,73
		Almacenadas	4,67	24	31	14	14	1,64
	10	Recientes	27,33	12	22	17	38	5,69
		Almacenadas	0,67	14	14	17	33	1,19

Tras permanecer un año almacenadas las semillas de *E. arborea* germinan significativamente más en el control y algo más con los tratamientos térmicos suaves y medios; además los tratamientos fuertes producen una

reducción significativa de la germinación hasta valores cercanos a cero, efecto que no se observaba en las semillas recién recogidas.

En cuanto a la interacción entre el factor almacenamiento y los tratamientos térmicos y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable almacenamiento poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos térmicos también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre el almacenamiento y los tratamientos térmicos posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre semillas recién recogidas y almacenadas no son las mismas en todos los tratamientos.

El ritmo rápido de germinación se mantiene en ambos casos con el efecto de la temperatura, con un t_m de un mes o incluso menos, y un t_{50} entre dos y cuatro semanas; si bien las semillas almacenadas ralentizan ligeramente su germinación con los tratamientos más fuertes, resultando significativa la diferencia con su respectivo control.

El vigor de las semillas almacenadas se mantiene en los mismos rangos que los de las semillas recientes para todos los tratamientos térmicos, alto o incluso muy alto; excepto con los de intensidad fuerte, con los que pasa de ser alto a bajo.

Erica australis

En la Figura 38 se muestra la germinación final encontrada de las semillas de esta especie recién recogidas y tras un año de almacenamiento, y en la Tabla 26 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

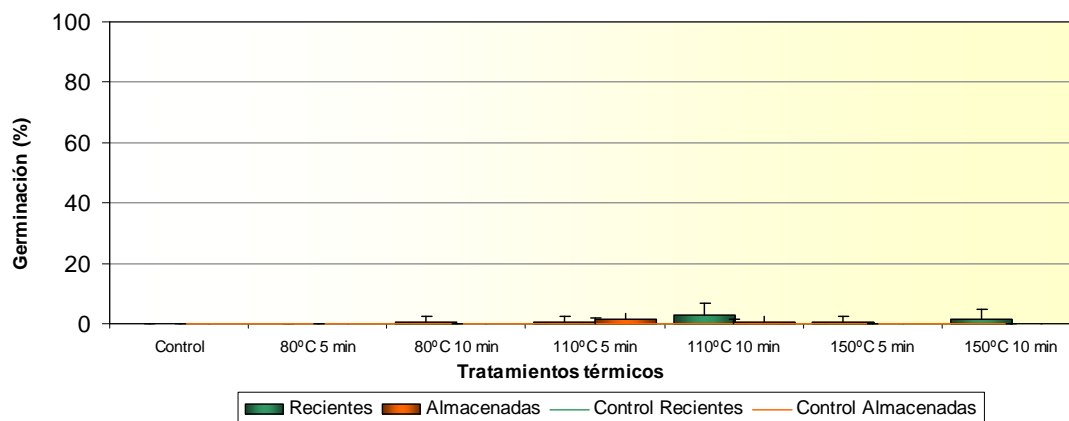


Figura 38: Variabilidad con el almacenamiento de la germinación final de *Erica australis* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 26: Variabilidad con el almacenamiento de los parámetros germinativos de *Erica australis* con los tratamientos térmicos ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO			PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		Recientes	0,00	-	-	-	-	0,00
		Almacenadas	0,00	-	-	-	-	0,00
80	5	Recientes	0,00	-	-	-	-	0,00
		Almacenadas	0,00	-	-	-	-	0,00
	10	Recientes	0,67	59	59	59	59	0,28
		Almacenadas	0,00	-	-	-	-	0,00
110	5	Recientes	0,67	66	66	66	66	0,25
		Almacenadas	1,33	73	74	73	75	0,45
	10	Recientes	2,67	52	68	61	84	0,51
		Almacenadas	0,67	80	80	80	80	0,21
150	5	Recientes	0,67	52	52	52	52	0,32
		Almacenadas	0,00	-	-	-	-	0,00
	10	Recientes	1,33	63	66	66	66	0,25
		Almacenadas	0,00	-	-	-	-	0,00

La germinación de las semillas recientes de esta especie es prácticamente nula, tanto en el control como con los diferentes tratamientos; y tras un año de almacenamiento apenas se producen modificaciones, ni en la germinación final ni en su ritmo muy lento.

Así se aprecia al analizar la interacción entre el factor almacenamiento y los tratamientos térmicos y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, que para *E. australis* los porcentajes finales de germinación no son significativamente diferentes en los grupos definidos por la variable almacenamiento ni la variable tratamiento térmico. La interacción entre ambos factores no tiene efecto significativo en el porcentaje de germinación.

El vigor, muy bajo, también es similar en las semillas recientes y almacenadas en todos los casos.

Erica ciliaris

En la Figura 39 se muestra la germinación final encontrada de las semillas de esta especie recién recogidas y tras un año de almacenamiento, y en la Tabla 27 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

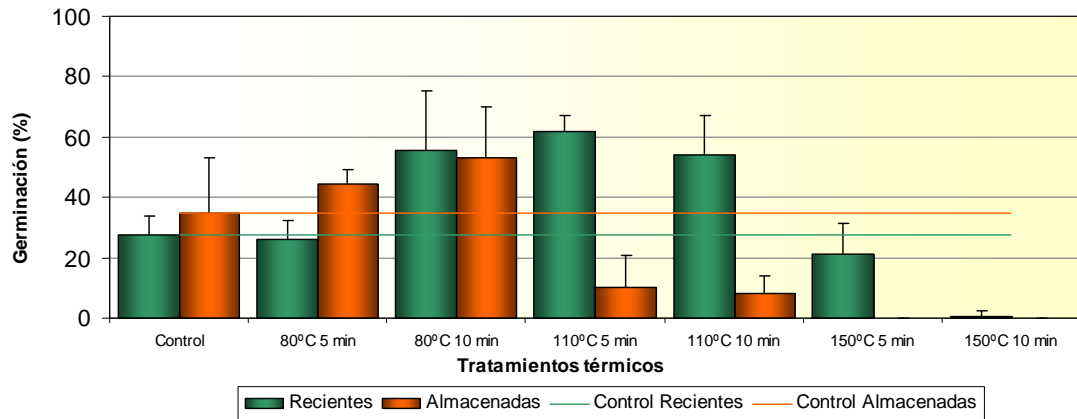


Figura 39: Variabilidad con el almacenamiento de la germinación final de *Erica ciliaris* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 27: Variabilidad con el almacenamiento de los parámetros germinativos de *Erica ciliaris* con los tratamientos térmicos ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO			PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		Recientes	27,74	14	47	46	86	2,95
		Almacenadas	34,67	17	31	26	45	3,66
80	5	Recientes	26,00	14	43	37	77	2,87
		Almacenadas	44,67	19	26	24	38	4,11
	10	Recientes	55,33	11	26	21	46	4,85
		Almacenadas	53,33	17	27	24	38	4,08
110	5	Recientes	62,07	14	24	21	49	5,04
		Almacenadas	10,00	19	27	26	40	3,81
	10	Recientes	54,16	14	26	21	51	4,77
		Almacenadas	8,00	21	33	26	47	3,02
150	5	Recientes	21,33	14	32	25	49	3,68
		Almacenadas	0,00	-	-	-	-	0,00
	10	Recientes	0,67	11	11	11	11	1,52
		Almacenadas	0,00	-	-	-	-	0,00

En *E. ciliaris* la germinación tras un año de almacenamiento en el control es muy similar, y las tendencias frente al factor temperatura se mantienen,

variando el grado de sensibilidad ante el mismo. Las temperaturas suaves, cuando se mantienen más tiempo, incrementan siempre la germinación, mientras que las medias, que la incrementan en las semillas recién recogidas, la reducen con el almacenamiento; y las fuertes la reducen siempre; resultando significativas todas estas diferencias.

En cuanto a la interacción entre el factor almacenamiento y los tratamientos térmicos y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable almacenamiento poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos térmicos también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre el almacenamiento y los tratamientos térmicos posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre semillas recién recogidas y almacenadas no son las mismas en todos los tratamientos.

El ritmo de germinación se incrementa con el almacenamiento en el control, presentando un t_m de un mes, de modo que no se aprecia diferencia con los tratamientos de intensidad suave y media, como ocurre con las semillas recién recogidas, y que se mantienen en torno a ese valor; pero sí con la fuerte, que lo reduce considerablemente.

El vigor se incrementa con las temperaturas suaves, pasando de un nivel medio a uno alto, se mantiene en las temperaturas medias, y desciende en las temperaturas altas.

E. scoparia

En la Figura 40 se muestra la germinación final encontrada de las semillas de esta especie recién recogidas y tras un año de almacenamiento, y en la Tabla 28 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

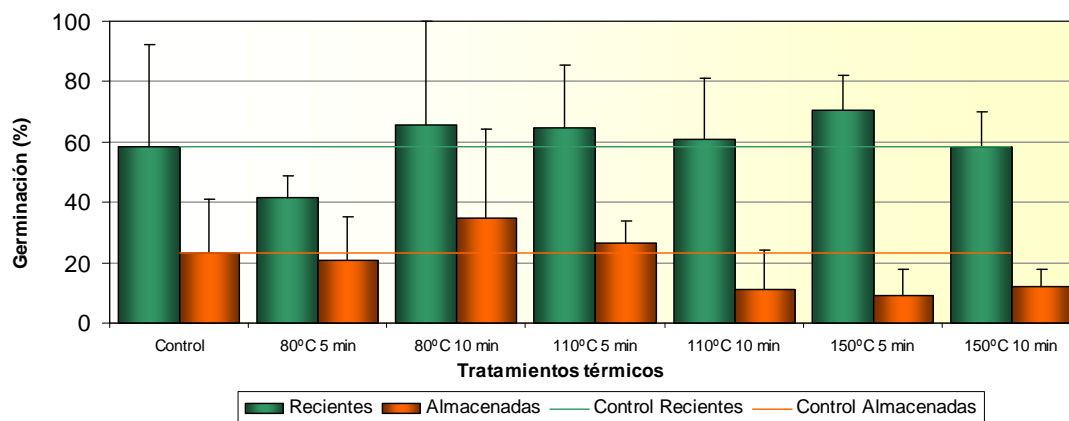


Figura 40: Variabilidad con el almacenamiento de la germinación final de *Erica scoparia* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 28: Variabilidad con el almacenamiento de los parámetros germinativos de *Erica scoparia* con los tratamientos térmicos ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO			PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		Recientes	58,40	19	34	28	54	3,11
		Almacenadas	23,33	17	27	28	38	4,00
80	5	Recientes	41,60	24	39	31	56	2,78
		Almacenadas	20,67	14	28	24	38	3,88
	10	Recientes	65,60	21	36	31	54	3,14
		Almacenadas	34,67	12	26	26	40	4,16
110	5	Recientes	64,80	19	28	24	42	3,95
		Almacenadas	26,67	14	29	31	40	3,84
	10	Recientes	60,80	24	39	31	59	2,90
		Almacenadas	11,33	14	33	31	40	3,32
150	5	Recientes	70,40	19	38	31	77	3,17
		Almacenadas	9,33	26	33	31	40	2,66
	10	Recientes	58,40	17	31	24	52	2,46
		Almacenadas	12,00	14	32	24	40	3,45

Para *E. scoparia* la germinación control se reduce con el almacenamiento, resultando incrementada con las temperaturas de intensidad media, y reducidas con las temperaturas altas, siendo estadísticamente significativas estas diferencias, que no se aprecian en las semillas recién recogidas.

Estas diferencias se ponen de manifiesto al analizar la interacción entre el factor almacenamiento y los tratamientos térmicos y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable almacenamiento poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos térmicos también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre el almacenamiento y los tratamientos térmicos posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre semillas recién recogidas y almacenadas no son las mismas en todos los tratamientos.

El ritmo de germinación continúa siendo rápido, de modo que tanto los t_m como t_{50} se mantienen en torno a un mes, sin diferencias estadísticamente significativas frente al control tras el almacenamiento, tal y como ocurría en las semillas recientes.

El vigor se mantiene en valores medios o altos.

Erica tetralix

En la Figura 41 se muestra la germinación final encontrada de las semillas de esta especie recién recogidas y tras un año de almacenamiento, y en la Tabla 29 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

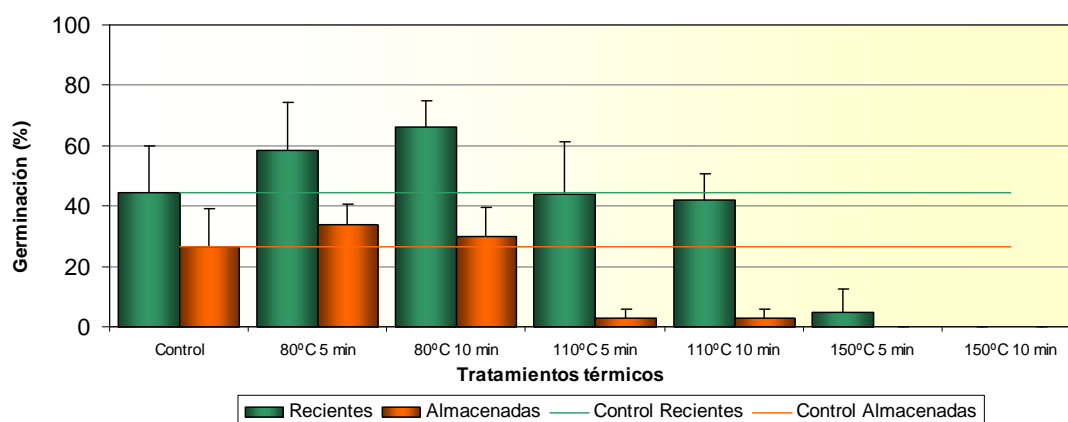


Figura 41: Variabilidad con el almacenamiento de la germinación final de *Erica tetralix* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 29: Variabilidad con el almacenamiento de los parámetros germinativos de *Erica tetralix* con los tratamientos térmicos ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO			PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		Recientes	44,44	14	43	35	84	3,10
		Almacenadas	26,67	21	48	45	66	2,32
80	5	Recientes	58,67	14	38	30	84	3,84
		Almacenadas	34,00	21	46	40	77	2,53
	10	Recientes	66,00	14	35	23	79	4,16
		Almacenadas	30,00	21	44	40	61	2,59
110	5	Recientes	44,00	14	37	30	65	3,46
		Almacenadas	2,67	24	34	28	42	1,54
	10	Recientes	42,00	14	32	23	65	4,05
		Almacenadas	2,67	28	42	28	61	1,21
150	5	Recientes	5,00	21	35	32	63	1,94
		Almacenadas	0,00	-	-	-	-	0,00
	10	Recientes	0,00	-	-	-	-	0,00
		Almacenadas	0,00	-	-	-	-	0,00

Las semillas recién recogidas difieren de las almacenadas en la germinación control, que se reduce con el almacenamiento. Los tratamientos térmicos suaves incrementan significativamente la germinación únicamente en las semillas recientes,, y los tratamientos medios y fuertes la reducen significativamente con el almacenamiento, siendo de destacar que el primero de ellos en semillas recientes no produce ese efecto. Por lo tanto, las semillas resultan más sensibles a la temperatura con el almacenamiento.

Esta variabilidad se pone de manifiesto al analizar la interacción entre el factor almacenamiento y los tratamientos térmicos y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable almacenamiento poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos térmicos también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre el almacenamiento y los tratamientos térmicos posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre semillas recién recogidas y almacenadas no son las mismas en todos los tratamientos.

El ritmo de germinación presenta las mismas tendencias de variación con el almacenamiento, manteniéndose el t_m en torno a un mes o mes y medio, con valores ligeramente más elevados con el almacenamiento, por lo que el vigor tiende a disminuir en las semillas almacenadas frente a las recientes, pasando de vigores medios y altos a vigores medios, bajos y muy bajos.

E. umbellata

En la Figura 42 se muestra la germinación final encontrada de las semillas de esta especie recién recogidas y tras un año de almacenamiento, y en la Tabla 30 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

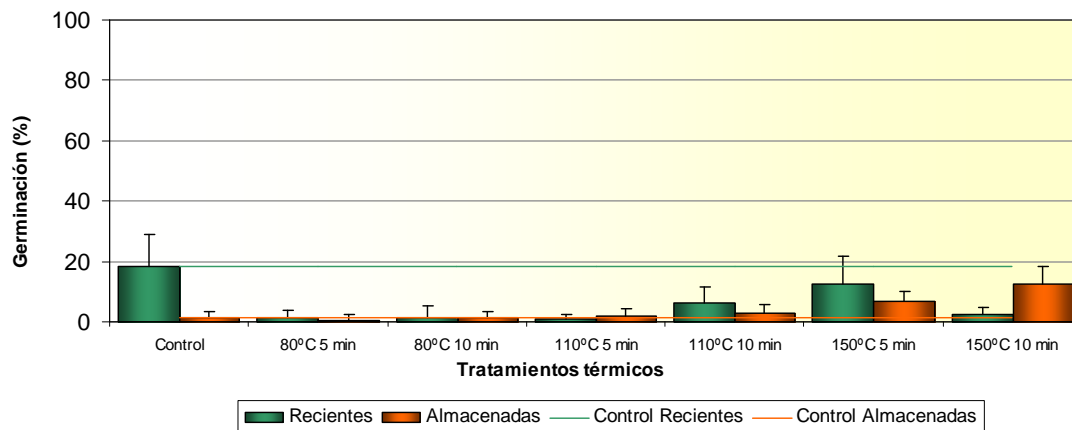


Figura 42: Variabilidad con el almacenamiento de la germinación final de *Erica umbellata* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 30: Variabilidad con el almacenamiento de los parámetros germinativos de *Erica umbellata* con los tratamientos térmicos ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO			PARÁMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		Recientes	18,40	19	34	24	56	3,68
		Almacenadas	1,36	33	43	33	52	0,83
80	5	Recientes	1,60	77	84	77	90	0,48
		Almacenadas	0,67	80	80	-	-	0,21
	10	Recientes	1,60	24	58	24	90	0,53
		Almacenadas	1,33	38	57	38	75	0,66
110	5	Recientes	0,80	84	84	84	84	0,24
		Almacenadas	2,00	24	41	26	73	1,56
	10	Recientes	6,40	21	48	45	90	2,28
		Almacenadas	2,67	31	40	35	47	1,28
150	5	Recientes	12,80	19	74	77	90	1,47
		Almacenadas	6,67	24	46	49	56	2,55
	10	Recientes	2,40	59	76	84	84	0,82
		Almacenadas	12,67	14	43	42	63	2,94

Esta especie presenta tras un año de almacenamiento una respuesta a la temperatura que se manifiesta con las temperaturas altas, que la incrementan, y en las que las diferencias frente al control son estadísticamente significativas. La respuesta a la temperatura es por lo tanto diferente tras el almacenamiento de las semillas, éstas parecen ser más sensibles a la temperatura tras almacenamiento.

Esta variabilidad queda de manifiesto al analizar la interacción entre el factor almacenamiento y los tratamientos térmicos en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, en la que se concluye que para *E. umbellata* los grupos definidos por la variable almacenamiento no poseen porcentajes de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos térmicos si tienen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes. La interacción entre el almacenamiento y los tratamientos térmicos posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre semillas recién recogidas y almacenadas no son las mismas en todos los tratamientos.

En cuanto al ritmo de germinación, con las temperaturas más altas los t_m se reducen comparativamente de manera importante,

El vigor pasa de ser muy bajo a medio.

E. vagans

En la Figura 43 se muestra la germinación final encontrada de las semillas de esta especie recién recogidas y tras un año de almacenamiento, y en la Tabla 31 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

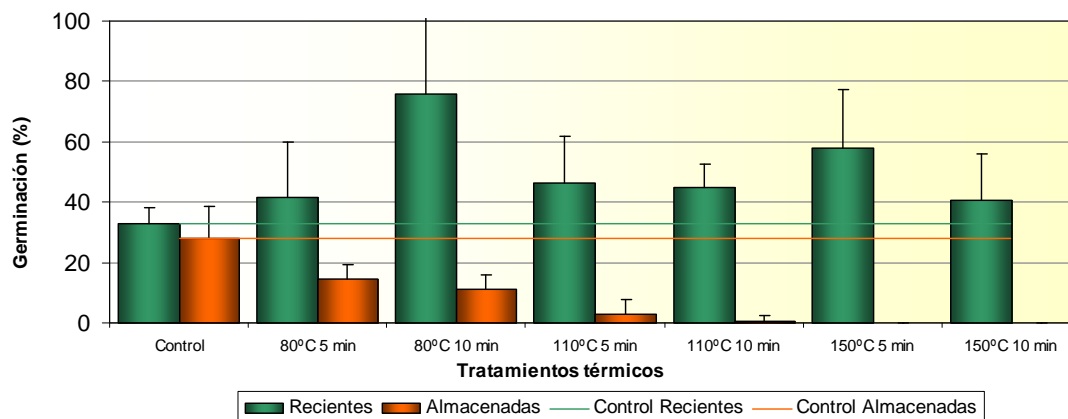


Figura 43: Variabilidad con el almacenamiento de la germinación final de *Erica vagans* con los tratamientos térmicos estudiados.

Tabla 31: Variabilidad con el almacenamiento de los parámetros germinativos de *Erica vagans* con los tratamientos térmicos ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO			PARAMETROS GERMINATIVOS					
Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		Recientes	32,80	26	45	45	59	2,46
		Almacenadas	28,00	21	48	42	75	2,40
80	5	Recientes	41,60	28	45	40	59	2,35
		Almacenadas	14,67	24	52	47	75	2,39
	10	Recientes	76,00	24	47	42	68	2,37
		Almacenadas	11,33	28	56	54	75	1,90
110	5	Recientes	46,40	24	39	33	52	2,80
		Almacenadas	2,67	52	68	68	82	0,47
	10	Recientes	44,80	24	54	45	90	2,21
		Almacenadas	0,67	80	80	80	80	0,21
150	5	Recientes	58,00	24	42	38	68	2,61
		Almacenadas	0,00	-	-	-	-	0,00
	10	Recientes	40,80	24	42	38	61	2,65
		Almacenadas	0,00	-	-	-	-	0,00

E. vagans tras almacenamiento modifica su respuesta a la temperatura, mientras que las semillas recientes germinan más con todos los tratamientos térmicos, las semillas almacenadas lo hacen en menor cantidad y esta reducción

de la germinación es estadísticamente significativa a temperaturas bajas, medias y altas, aunque los controles presentan valores similares antes y después del almacenamiento.

Nuevamente esta variabilidad se pone de manifiesto al analizar la interacción entre el factor almacenamiento y los tratamientos térmicos y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, en la que se concluye que los grupos definidos por la variable almacenamiento poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos térmicos también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre el almacenamiento y los tratamientos térmicos posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre semillas recién recogidas y almacenadas no son las mismas en todos los tratamientos.

En cuanto a los parámetros de germinación y en consonancia con el valor final de germinación, los tiempos necesarios para que se produzca la primera germinación se van haciendo más elevados cuando las semillas se exponen al calor. Esta respuesta al factor no aparecía en semillas recientes. Asimismo, los t_m tienden a incrementarse con la temperatura, y lo hacen significativamente para 110°C 5 minutos, mientras que en semillas recientes no había diferencias significativas entre los t_m . Por lo tanto, las semillas almacenadas resultan más sensibles al efecto de la temperatura, reduciendo tanto su germinación final como el ritmo a que ocurre.

El vigor sigue el mismo patrón resultando medio para todos los tratamientos en las semillas recientes y bajando a valores muy bajos o nulos en los tratamientos de temperaturas medias y altas,

1. 4. 3. Efecto del humo en la germinación

1. 4.3.1. Efecto del humo en las especies ensayadas

En la Tabla 9 del Anexo Estadístico se presentan las pruebas Chi para el efecto del humo en la germinación para cada una de las especies estudiadas en relación al porcentaje final de germinación. En relación al tiempo medio se presentan los ANOVA en la Tabla 20.

Calluna vulgaris

En la Figura 44 se muestra la dinámica de la germinación de esta especie, y en la Tabla 32 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

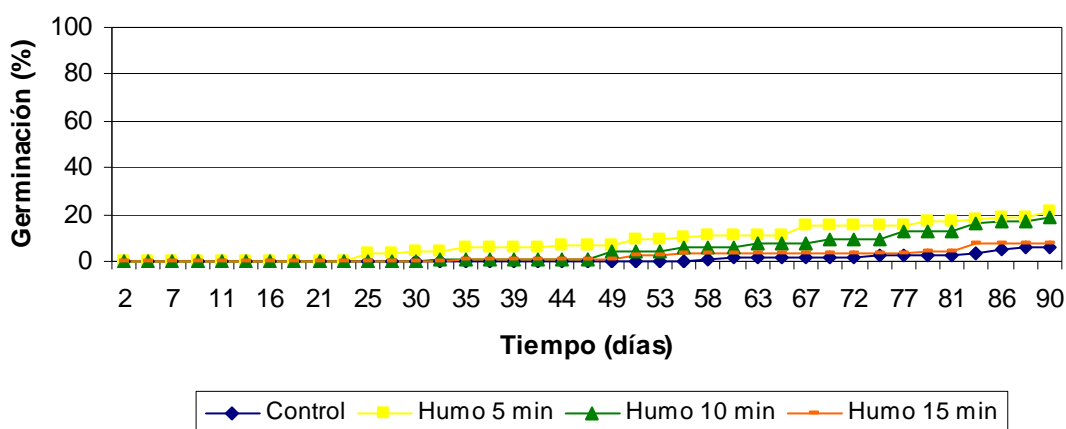


Figura 44: Germinación de *Calluna vulgaris* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 32: Parámetros germinativos de *Calluna vulgaris* con los tratamientos de humo ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

TRATAMIENTOS HUMO		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
	Control	6,31	58	78	84	90	1,28
HUMO	5	21,35	25	58	55	90	1,93
	10	19,00	32	69	77	90	1,57
	15	7,53	35	67	79	80	1,07

El humo incrementa la germinación, más claramente cuando su duración es de 5 o 10 minutos, siendo las diferencias con el control significativas en estos casos. Cuando la duración es de 15 minutos el aumento no es significativo.

En cuanto al ritmo de germinación también se acelera, ya que se observa un adelanto de las primeras germinaciones en los tres casos, así mientras que en el control el t_0 es de casi dos meses (58 días), con el humo se adelanta hasta un mes (25 a 35 días). El t_m también disminuye no significativamente y, en el mejor de los casos, se aproxima a los dos meses, de manera similar al t_{50} ; mientras que t_{90} no se modifica, ya que se requieren los tres meses de duración del estudio para alcanzar dicho nivel de germinación.

Como en el caso de los tratamientos térmicos, en esta especie prácticamente no se observa estabilización de la germinación acumulada al final del ensayo.

En consecuencia, el vigor también se modifica, aumentando ligeramente con la exposición al humo, en función del tiempo de exposición. Así el vigor es bajo en el control y alcanza valores medios en el tratamiento de humo 5 minutos.

Erica arborea:

En la Figura 45 se muestra la dinámica de la germinación de esta especie, y en la Tabla 33 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

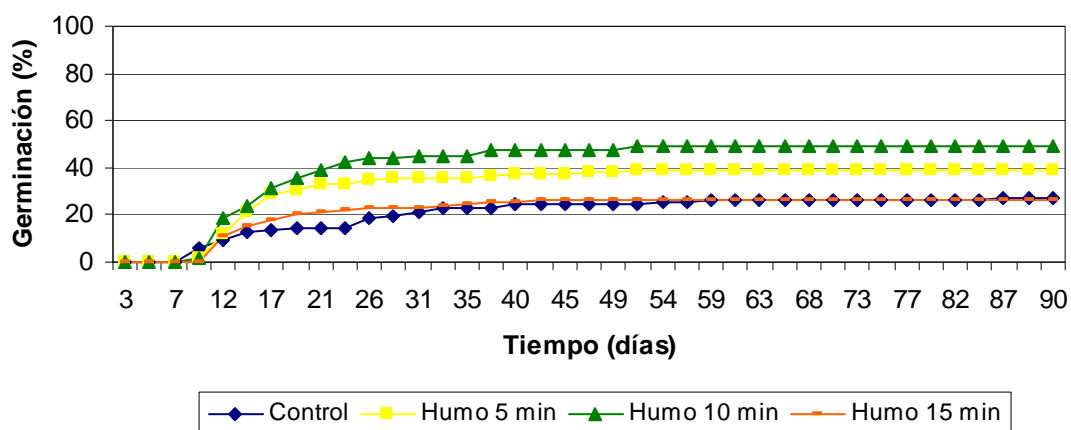


Figura 45: Germinación en *Erica arborea* en los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 33: Parámetros germinativos de *Erica arborea* con los tratamientos de humo ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

TRATAMIENTOS HUMO		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
	Control	27,20	10	24	17	40	5,35
HUMO	5	38,67	10	18	14	28	6,27
	10	49,33	10	19	17	31	6,23
	15	26,67	12	19	14	33	6,68

El humo durante 5 y 10 minutos aumenta la germinación de esta especie respecto al control, resultando estas diferencias estadísticamente significativas.

El ritmo de germinación es muy rápido y similar al control en todos los tratamientos. El comienzo de la germinación es muy rápido siempre, con t_0 entre los 10 y 12 primeros días.

Los t_m son también similares, como t_{50} que se aproxima a dos semanas; mientras que t_{90} disminuye hasta un mes con el humo, lo que concuerda con una germinación ligeramente más rápida.

De acuerdo con estos resultados, los tratamientos de humo producen un aumento del vigor, que para todos los casos es alto y en el tratamiento de humo 15 minutos pasa a ser muy alto.

Erica australis

En la Figura 46 se muestra la dinámica de la germinación de esta especie, y en la Tabla 34 se presentan los parámetros germinativos correspondientes

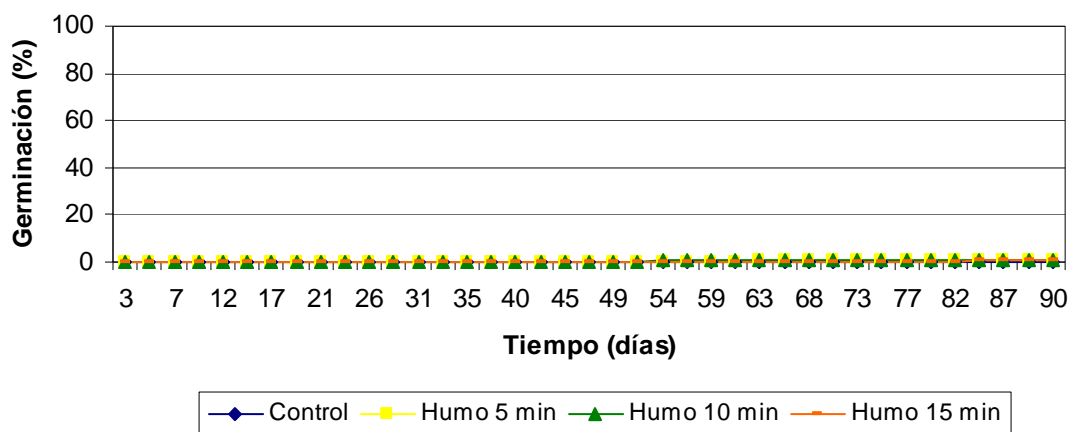


Figura 46: Germinación en *Erica australis* en los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 34: Parámetros germinativos de *Erica australis* con los tratamientos de humo ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

TRATAMIENTOS HUMO		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		0,00	-	-	-	-	0,00
HUMO	5	0,67	63	63	63	63	0,26
	10	0,67	54	54	54	54	0,31
	15	0,67	84	84	84	84	0,20

Los inapreciables cambios en la germinación observados frente al control en los tratamientos de humo no tienen relevancia estadísticamente. Las semillas de *E. australis* no germinan en el control, y con los tratamientos de humo la estimulación de la germinación es muy escasa.

Los pequeños cambios en los parámetros referidos al ritmo de germinación tampoco son relevantes dado su escaso valor, que se debe a germinaciones puntuales en los tratamientos de humo.

Erica ciliaris

En la Figura 47 se muestra la dinámica de la germinación de esta especie, y en la Tabla 35 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

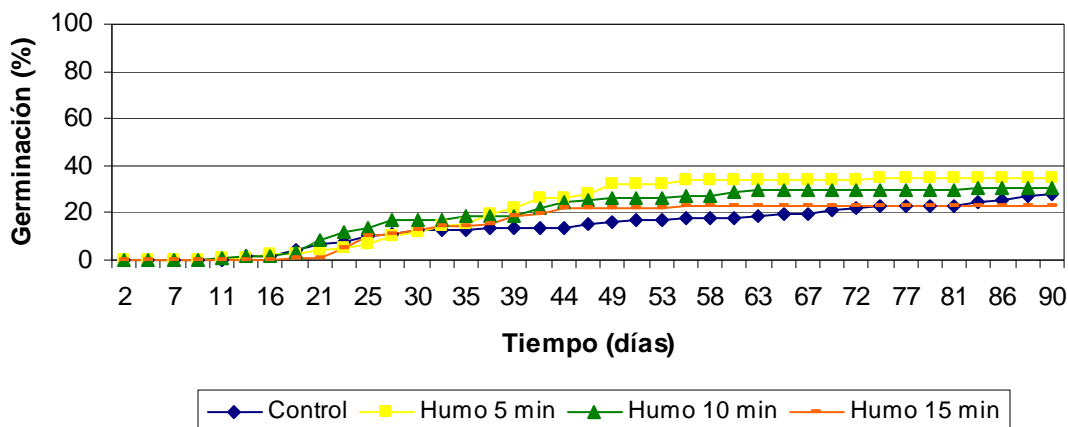


Figura 47: Germinación de *Erica ciliaris* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 35: Parámetros germinativos de *Erica ciliaris* con los tratamientos de humo ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

TRATAMIENTOS HUMO		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
	Control	27,74	14	47	46	86	2,95
HUMO	5	34,67	11	37	37	49	3,19
	10	30,67	11	34	28	60	3,53
	15	22,53	18	32	28	44	3,36

Los tratamientos de humo apenas incrementan la germinación respecto al control en esta especie, y las diferencias con él no son estadísticamente significativas en ningún caso.

El comienzo de la germinación es para todos los tratamientos de humo cercano al valor del control, en torno a las dos semanas. Los valores de t_{50} y t_{90} disminuyen claramente con el humo, a pesar de que el porcentaje final de germinación apenas cambia respecto al control. El t_m también disminuye frente al control, pasando de mes y medio a cerca de un mes (entre 10 y 15 días menor), resultando esta diferencia estadísticamente significativa en los tres casos.

El vigor en el control presenta un nivel medio, y se incrementa progresivamente con los tratamientos de humo, así con los de mayor duración (10 y 15 minutos) pasa a ser alto.

Erica cinerea

E. cinerea que no germinaba en el control, no se ve estimulada con los tratamientos de humo, siendo la germinación nula en todos los tratamientos ensayados, por lo que no se presenta ni su gráfico de germinación ni la tabla correspondiente a los parámetros germinativos.

Erica erigena

En la Figura 48 se muestra la dinámica de la germinación de esta especie, y en la Tabla 36 se presentan los parámetros germinativos correspondientes

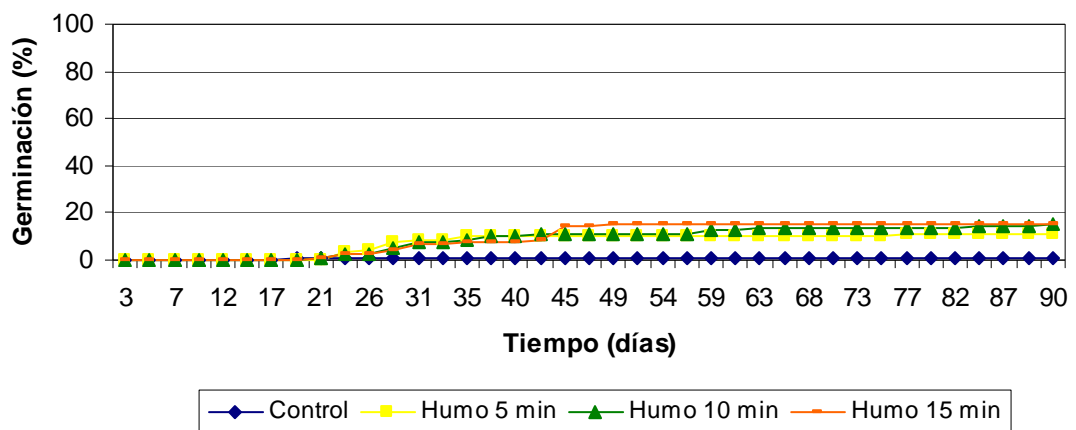


Figura 48: Germinación de *Erica erigena* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 36: Parámetros germinativos de *Erica erigena* con los tratamientos de humo ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

TRATAMIENTOS HUMO		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		0,80	19	19	19	19	1,05
HUMO	5	11,20	24	31	28	35	3,37
	10	15,20	21	41	31	84	2,71
	15	15,20	21	36	35	45	2,24

El humo incrementa la germinación de esta especie en todos los casos, resultando significativas las diferencias respecto al control. Ya que en el control apenas hay germinación, la aplicación de humo modifica la dinámica de la germinación, que en todos los tratamientos es similar, comenzando en torno a las tres primeras semanas y estabilizándose en torno al primer mes y medio.

Los t_m aumentan hasta 30 y 40 días, como los t_{50} , que son también similares entre sí, en torno al primer mes. El t_{90} oscila entre un mes y mes y medio, aunque es más elevado para el tratamiento de 10 minutos, acercándose al final de la experiencia, debido a las germinaciones esporádicas que se producen en este caso.

El vigor aumenta en todos los tratamientos desde muy bajo en el control, a vigores medios o altos en el caso de la exposición al humo de menor duración.

Erica scoparia

En la Figura 49 se muestra la dinámica de la germinación de esta especie, y en la Tabla 37 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

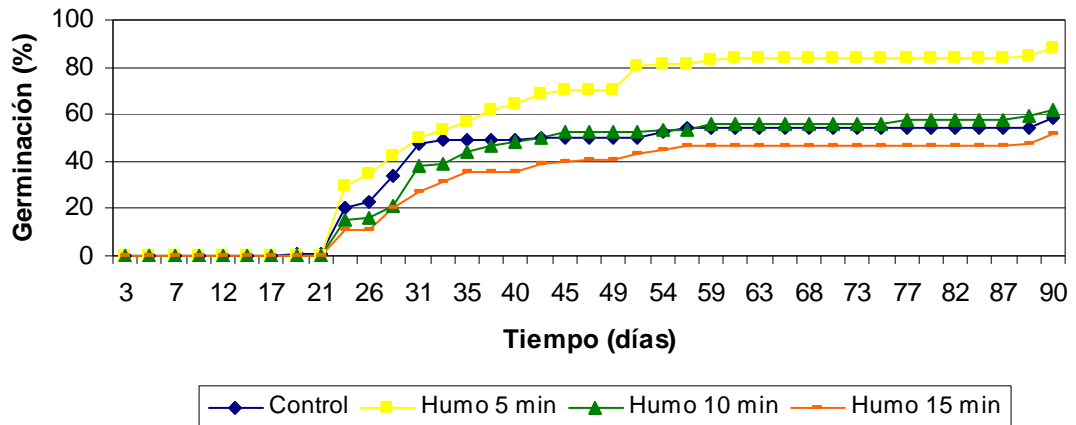


Figura 49: Germinación de *Erica scoparia* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 37: Parámetros germinativos de *Erica scoparia* con los tratamientos de humo ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

TRATAMIENTOS HUMO		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		58,40	19	34	28	54	3,11
HUMO	5	88,00	24	36	31	52	3,16
	10	61,60	24	37	31	77	3,02
	15	52,00	24	34	31	89	2,93

Los valores de germinación en el control son ya de los más elevados encontrados, y resultan incrementados cuando se aplica humo 5 y 10 minutos, a pesar de la elevada dispersión de los datos correspondientes al control, las diferencias resultan estadísticamente significativas para la aplicación durante 5 minutos.

El comienzo de la germinación tiene lugar para todos los tratamientos de humo en la tercera semana tras la siembra. El ritmo de germinación varía ligeramente con la aplicación de humo; en 10 minutos el aspecto de la curva es similar al control, en 5 minutos la germinación es más discontinua y con 15 minutos también similar al control aunque con valores más bajos. El t_m y t_{50} oscilan alrededor del primer mes, y el t_{90} es más variable, alargándose en los

tratamientos de 10 y 15 minutos. En ningún caso se aprecian diferencias estadísticamente significativas para el t_m .

En concordancia con estos resultados, el vigor se mantiene en todos los casos en valores medios.

Erica tetralix

En la Figura 50 se muestra la dinámica de la germinación de esta especie, y en la Tabla 38 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

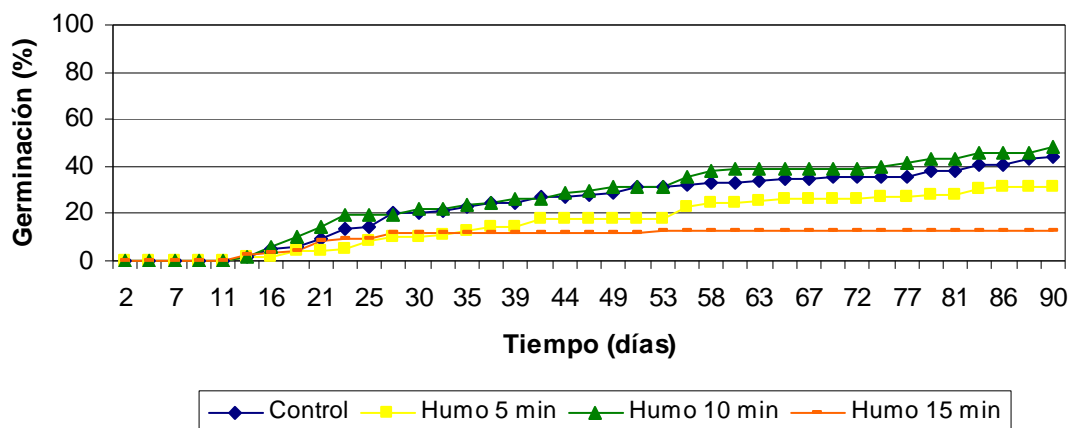


Figura 50: Germinación de *Erica tetralix* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 38: Parámetros germinativos de *Erica tetralix* con los tratamientos de humo ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

TRATAMIENTOS HUMO		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		44,44	14	43	35	84	3,10
HUMO	5	31,31	14	45	42	79	2,69
	10	47,96	14	42	37	84	3,60
	15	12,90	14	23	21	28	3,91

En esta especie el humo parece disminuir la germinación con la aplicación durante 5 y 15 minutos; esta reducción es estadísticamente significativa.

Las germinaciones comienzan en todos los casos en el día 14 y se prolongan prácticamente hasta el final del ensayo, salvo en el tratamiento de mayor duración, en el que finalizan sobre el primer mes. Los t_m son similares al control en los tratamientos de 5 y 10 minutos, pero en el de 15 minutos se reducen significativamente, lo que nos indica una germinación más rápida.

El vigor es medio en el control y en el primer tratamiento de humo; y alto en los otros dos.

Erica umbellata

En la Figura 51 se muestra la dinámica de la germinación de esta especie, y en la Tabla 39 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

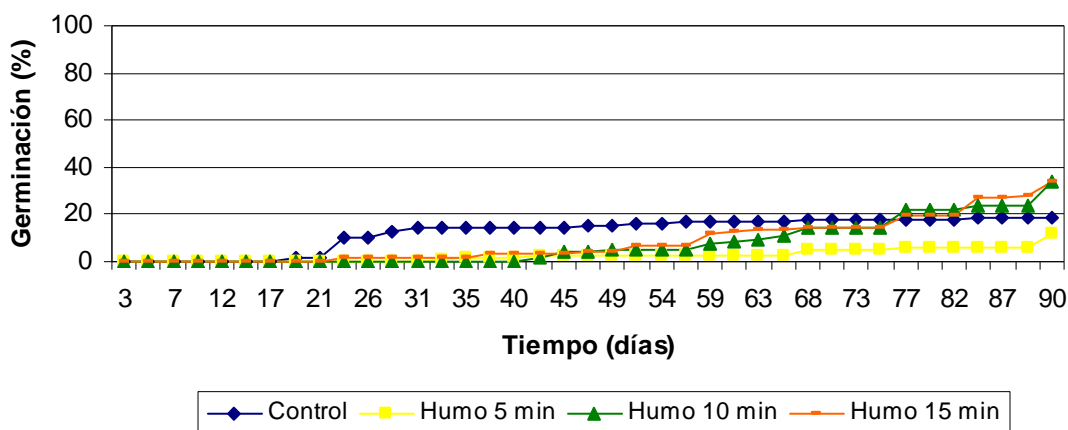


Figura 51: Germinación de *Erica umbellata* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 39: Parámetros germinativos de *Erica umbellata* con los tratamientos de humo ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

TRATAMIENTOS HUMO		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		18,40	19	34	24	56	3,10
HUMO	5	12,00	33	75	90	90	1,27
	10	33,60	42	69	68	90	1,53
	15	33,60	24	70	77	90	1,56

Los tratamientos de humo 10 y 15 minutos incrementan la germinación, resultando las diferencias con el control estadísticamente significativas.

En cuanto al ritmo de germinación, el humo produce un retraso en su comienzo, aunque al final de la experiencia la germinación puede llegar a ser mayor con la aplicación de humo. Los tiempos medios resultan también significativamente mayores, pasando de un mes a dos meses o dos meses y medio, como ocurre también con t_{50} ; y con t_{90} requiere los tres meses del ensayo, frente a los dos del control. Estos valores tan elevados de los parámetros germinativos en los tratamientos de humo, indican que al final del estudio no se ha estabilizado la germinación.

En consecuencia, el vigor disminuye con todos los tratamientos de humo, pasando de ser un vigor alto en el control a valores que han de considerarse bajos en los tres tratamientos de humo.

Erica vagans

En la Figura 52 se muestra la dinámica de la germinación correspondiente a las semillas de esta especie recogidas en 2001, y en la Tabla 40 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

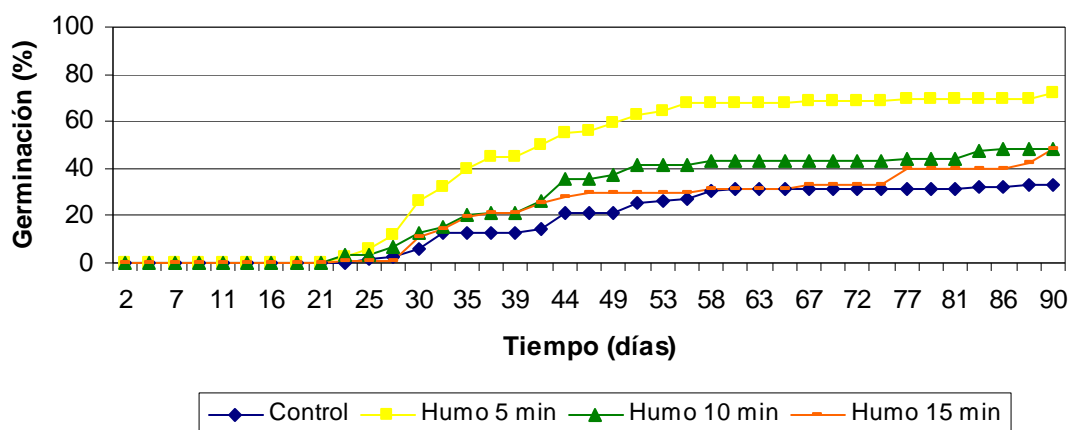


Figura 52: Germinación de *Erica vagans* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 40: Parámetros germinativos de *Erica vagans* con los tratamientos de humo ensayados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

TRATAMIENTOS HUMO		PARÁMETROS GERMINATIVOS					
	Tiempo (minutos)	Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		32,80	26	45	45	59	2,46
HUMO	5	72,00	23	40	35	54	2,75
	10	48,00	23	44	42	59	2,61
	15	48,00	23	53	42	90	2,19

Los porcentajes finales de germinación se incrementan con el humo, resultando las diferencias estadísticamente significativas en todos los tratamientos.

La germinación comienza pronto, en todos los casos en el primer mes (entre el día 23 y el 26). Los t_m varían poco con la exposición al humo, siendo las diferencias significativas frente al control únicamente en el tratamiento de

mayor duración (15 minutos). Los t_{50} tampoco, y los t_{90} se mantienen en torno a los dos meses, alcanzando en el humo 15 minutos los 3 meses.

Los vigores se mantienen en niveles medios en todos los casos.

1. 4.3.2. Variabilidad interanual del efecto del humo

En la Tabla 10 del Anexo Estadístico se presentan las pruebas Chi cuadrado para cada una de las especies ensayadas en un año diferente para los porcentajes finales de germinación. Para los tiempos medios se presentan los ANOVA en la Tabla 21 del Anexo Estadístico. La Tabla 12 del Anexo Estadístico muestra la prueba de dos vías para el estudio de la interacción del efecto del humo y la variabilidad interanual.

Calluna vulgaris

En la Figura 53 se muestra la germinación final encontrada para esta especie en los dos años estudiados, y en la Tabla 41 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

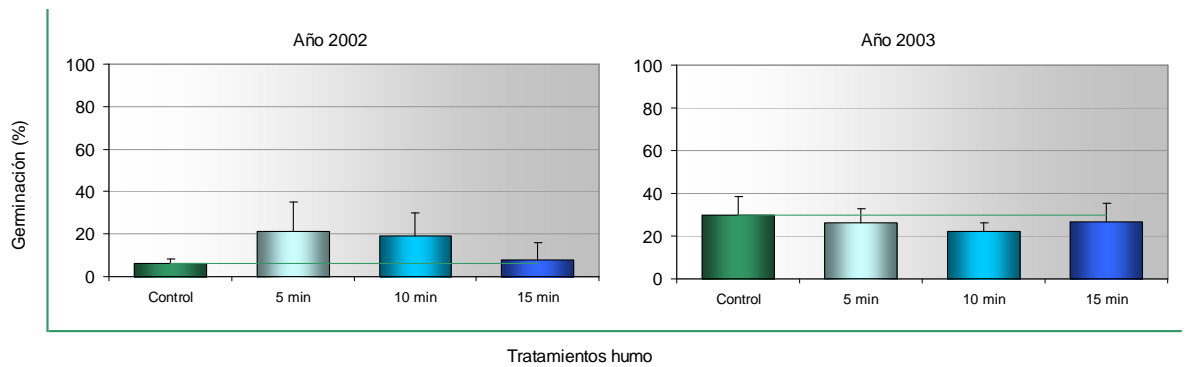


Figura 53: Variabilidad interanual de la germinación final de *Calluna vulgaris* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 41: Variabilidad interanual de los parámetros germinativos de *Calluna vulgaris* con los tratamientos de humo estudiados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

VARIABILIDAD INTERANUAL		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		2002	6,31	58	78	84	90	1,28
		2003	30,00	21	60	58	89	1,87
HUMO	5	2002	21,35	25	58	55	90	1,93
		2003	26,00	17	43	38	70	2,87
	10	2002	19,00	32	69	77	90	1,57
		2003	22,00	17	41	31	80	2,99
	15	2002	7,53	35	67	79	80	1,07
		2003	26,67	12	41	31	82	3,06

Los porcentajes finales de germinación presentan variabilidad interanual puesto que, en el primer año, se incrementan significativamente con humo 5 y 10 minutos y en el segundo no se aprecia variación significativa, si bien cabe señalar que la principal variación no es el nivel de germinación alcanzado con los diferentes tiempos de exposición al humo, sino la correspondiente al control.

En cuanto a la interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos de humo y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que para *C. vulgaris* los grupos definidos por la variable variabilidad interanual poseen porcentajes de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos de humo no son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos de humo posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre semillas de un año y otro no son las mismas en todos los tratamientos de humo.

Sin embargo, la respuesta al humo no presenta variabilidad interanual con respecto al ritmo de germinación. Los t_0 disminuyen con el humo tanto un año como otro, los t_m que tendían a reducirse con la aplicación de humo, el primer año, también se reducen de manera estadísticamente significativa el segundo, pasando de dos meses en el control a poco más de un mes. Los t_{50} y t_{90} también se reducen, y el vigor continúa aumentando con el humo.

Erica arborea

En la Figura 54 se muestra la germinación final encontrada para esta especie en los dos años estudiados, y en la Tabla 42 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

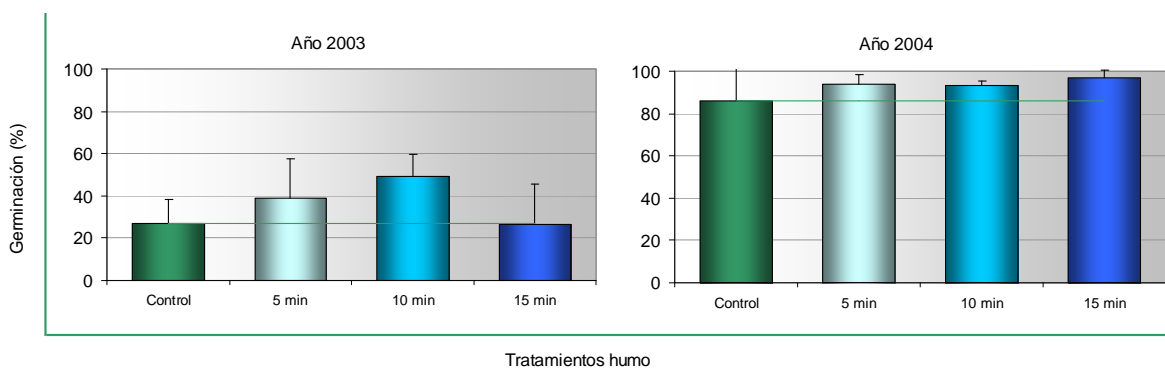


Figura 54: Variabilidad interanual de la germinación final de *Erica arborea* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 42: Variabilidad interanual de los parámetros germinativos de *Erica arborea* con los tratamientos de humo estudiados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

VARIABILIDAD INTERANUAL		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		2003	27,20	10	24	17	40	5,35
		2004	86,00	11	12	11	11	8,78
HUMO	5	2003	38,67	10	18	14	28	6,27
		2004	94,00	11	14	11	11	8,86
	10	2003	49,33	10	19	17	31	6,23
		2004	93,33	11	14	11	13	8,67
	15	2003	26,67	12	19	14	33	6,68
		2004	96,67	11	14	11	11	8,82

La germinación por efecto del humo se incrementa tanto el primer año como el segundo, variando de un año a otro la duración del tratamiento que resulta significativa; mientras que un año las diferencias se encuentran entre el control y el humo durante 5 y 10 minutos en otro año están entre el control y los 15 minutos de exposición al humo.

Analizando la interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos de humo, en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable variabilidad interanual poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos de humo también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos de humo posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre los dos años estudiados no son las mismas en todos los tratamientos.

Los parámetros germinativos tampoco varían entre un año y otro; apareciendo en todos los casos las primeras germinaciones en los primeros 11 días; los tiempos medios, t_{50} y t_{90} se producen casi siempre en el primer mes, y no se detectan diferencias estadísticamente significativas entre los t_m .

El vigor se mantiene siempre en valores muy elevados, los mayores entre el conjunto de las especies estudiadas.

Erica australis

En la Figura 55 se muestra la germinación final encontrada para esta especie en los dos años estudiados, y en la Tabla 43 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

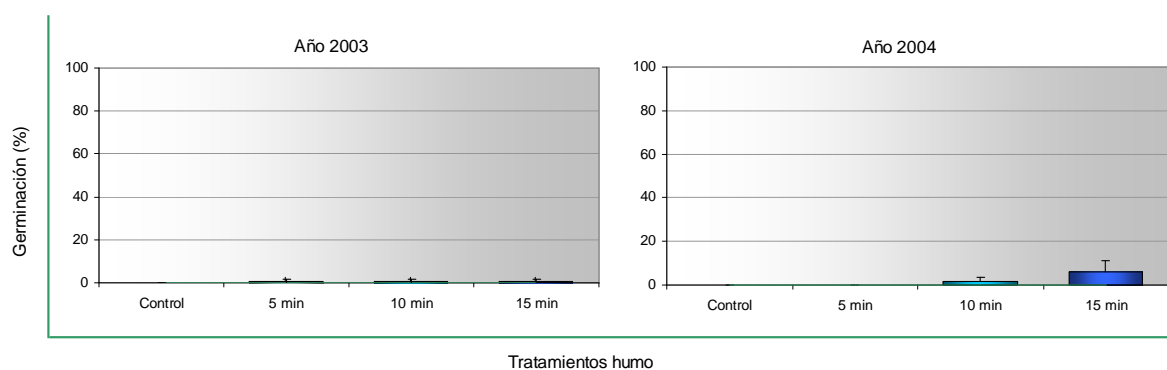


Figura 55: Variabilidad interanual de la germinación final de *Erica australis* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 43: Variabilidad interanual de los parámetros germinativos de *Erica australis* con los tratamientos de humo estudiados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

VARIABILIDAD INTERANUAL		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		2002	0,00	-	-	-	-	0,00
		2003	0,00	-	-	-	-	0,00
HUMO	5	2002	0,67	63	63	63	63	0,26
		2003	0,00	-	-	-	-	0,00
	10	2002	0,67	54	54	54	54	0,31
		2003	1,33	60	60	60	60	0,56
	15	2002	0,67	84	84	84	84	0,20
		2003	6,00	34	62	64	83	1,20

La respuesta al factor humo presenta la misma tendencia en los dos años estudiados, destacando en cualquier caso la escasa germinación de esta especie. En el segundo año las diferencias son significativas entre el tratamiento de 15 minutos y los demás, debido a una muy ligera estimulación de la germinación.

Por ello, cuando se observa la interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos de humo y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los porcentajes finales de germinación para la especie *E. australis* no son significativamente diferentes en los grupos definidos por la variable variabilidad interanual ni la variable tratamiento de humo. La interacción entre ambos factores no tiene efecto significativo en el porcentaje de germinación.

En los casos en que se produce germinación es muy lenta, con un t_m igual o superior a dos meses que no presenta variabilidad interanual. El vigor resulta siempre muy bajo o nulo.

Erica ciliaris

En la Figura 56 se muestra la germinación final encontrada para esta especie en los dos años estudiados, y en la Tabla 44 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

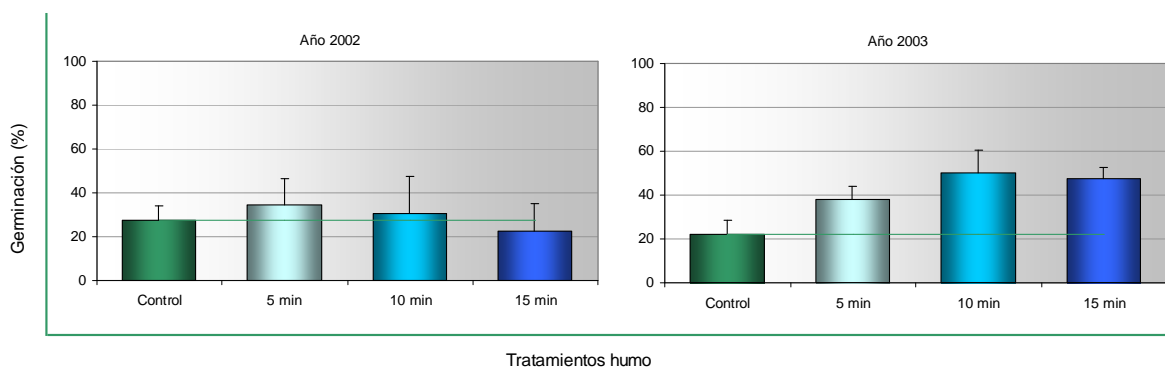


Figura 56: Variabilidad interanual de la germinación final de *Erica ciliaris* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 44: Variabilidad interanual de los parámetros germinativos de *Erica ciliaris* con los tratamientos de humo estudiados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

VARIABILIDAD INTERANUAL		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		2002	27,74	14	47	46	86	2,95
		2003	22,00	11	32	21	70	5,29
HUMO	5	2002	34,67	11	37	37	49	3,19
		2003	38,00	10	28	19	62	5,35
	10	2002	30,67	11	34	28	60	3,53
		2003	50,00	10	24	14	47	6,10
	15	2002	22,53	18	32	28	44	3,36
		2003	47,33	10	22	17	33	6,09

La estimulación de la germinación observada en el primer año con los tratamientos de humo se ve confirmada en el segundo, en el que los incrementos en relación con el control son suficientes para establecer diferencias estadísticamente significativas.

En cuanto a la interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos de humo, y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable variabilidad interanual poseen

porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos de humo también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos de humo posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre los dos años estudiados no son las mismas en todos los tratamientos.

El ritmo de germinación también mantiene la tendencia de variación, de modo que tanto el t_m como los demás parámetros germinativos disminuyen ligeramente en relación con la duración del tratamiento de humo, aunque este año las diferencias no son estadísticamente significativas, manteniéndose el t_m por debajo del primer mes, t_{50} puede llegar a ser de dos semanas, y t_{90} a un mes.

En consonancia con estas modificaciones, se produce, tanto un año como otro, un aumento del vigor, que pasa de ser medio a alto.

Erica cinerea

En los dos años estudiados no se detectan germinaciones en ninguno de los tratamientos ensayados.

Erica scoparia

En la Figura 57 se muestra la germinación final encontrada para esta especie en los dos años estudiados, y en la Tabla 45 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

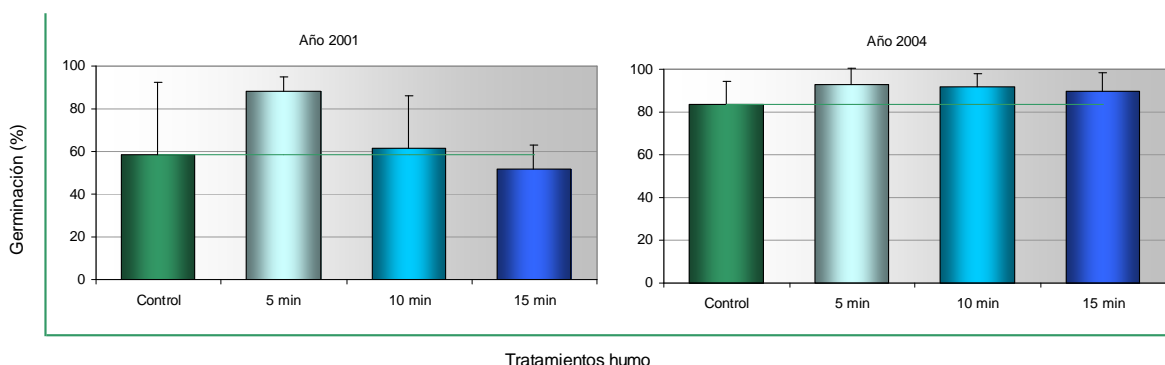


Figura 57: Variabilidad interanual de la germinación final de *Erica scoparia* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 45: Variabilidad interanual de los parámetros germinativos de *Erica scoparia* con los tratamientos de humo estudiados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

VARIABILIDAD INTERANUAL		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		2001	58,4	19	34	28	54	3,11
		2004	83,67	11	22	18	36	5,16
HUMO	5	2001	88,00	24	36	31	52	3,16
		2004	93,67	11	19	18	27	5,84
	10	2001	61,60	24	37	31	77	3,02
		2004	92,00	11	18	18	25	5,93
	15	2001	52,00	24	34	31	89	2,93
		2004	90,00	11	18	18	22	6,16

En los dos años estudiados el humo resulta estimulador de la germinación, resultando en ambos años las diferencias estadísticamente significativas a pesar de que los valores de germinación en los controles ya son muy elevados en los dos años estudiados.

En cuanto a la interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos de humo y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable variabilidad interanual poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos de humo también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos de humo posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre los dos años estudiados no son las mismas en todos los tratamientos.

El ritmo de germinación mantiene las mismas tendencias de variación. Así, los t_m se reducen ligeramente en el segundo año con el tratamiento de humo, aunque las diferencias frente al control no son significativas; la germinación se inicia entre la segunda y la tercera semana, y el tiempo medio y t_{50} no pasan de un mes.

El vigor se mantiene en un nivel medio en el primer año en todos los tratamientos, y alto en el segundo año, también en todos los casos.

Erica tetralix

En la Figura 58 se muestra la germinación final encontrada para esta especie en los dos años estudiados, y en la Tabla 46 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

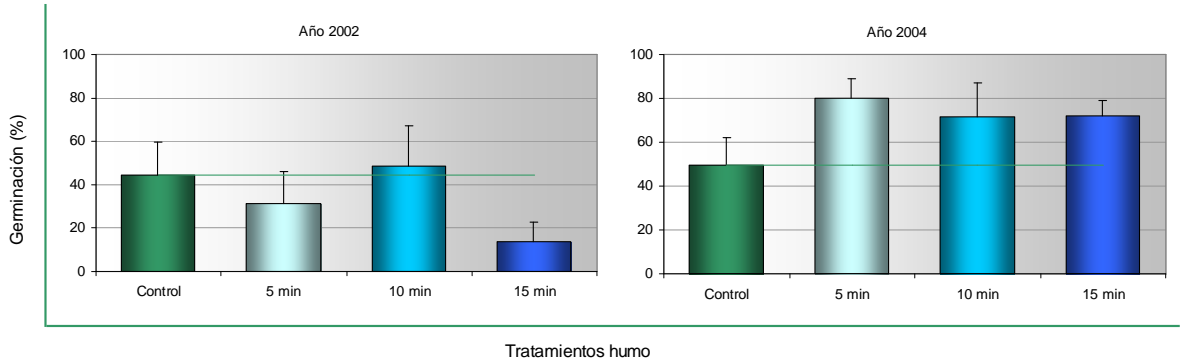


Figura 58: Variabilidad interanual de la germinación final de *Erica tetralix* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 46: Variabilidad interanual de los parámetros germinativos de *Erica tetralix* con los tratamientos de humo estudiados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

VARIABILIDAD INTERANUAL		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		2002	44,44	14	43	35	84	3,1
		2004	49,33	25	57	55	81	2,01
HUMO	5	2002	31,47	14	45	42	79	2,69
		2004	80,00	13	27	25	39	4,23
	10	2002	48,44	14	42	37	84	3,60
		2004	71,33	13	31	25	48	3,80
	15	2002	13,62	14	23	21	28	3,91
		2004	72,00	15	32	25	55	3,81

Los efectos del humo sobre la germinación, en dos años diferentes tienen tendencias distintas. En el primer año se producen efectos dispares en los distintos tiempos de exposición al factor, resultado significativa la reducción de la germinación en el tratamiento de mayor duración. En el segundo año la respuesta al humo es más uniforme produciéndose en todos los tratamientos una estimulación significativa de la germinación. Por lo tanto, se puede decir que esta especie presenta variabilidad interanual en la respuesta al humo.

Este aspecto se pone de manifiesto al analizar la interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos de humo, en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable variabilidad interanual poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos de humo también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos de humo posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre los dos años estudiados no son las mismas en todos los tratamientos.

Esta variabilidad también se observa en el ritmo de germinación, ya que el segundo año se reducen los parámetros germinativos. Así, los t_m se reducen significativamente con todos los tratamientos del humo ensayados, pasando de dos meses a uno, de modo similar a t_{50} ; mientras que t_{90} pasa de casi tres meses a dos.

Erica umbellata

En la Figura 59 se muestra la germinación final encontrada para esta especie en los dos años estudiados, y en la Tabla 47 se presentan los parámetros germinativos correspondientes

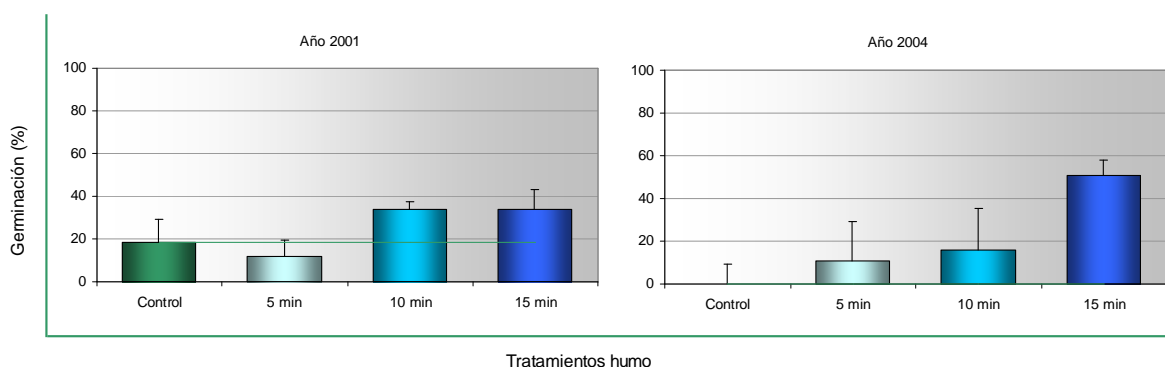


Figura 59: Variabilidad interanual de la germinación final de *Erica umbellata* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 47: Variabilidad interanual de los parámetros germinativos de *Erica umbellata* con los tratamientos de humo estudiados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación, - : valores no calculados por ausencia de germinación).

VARIABILIDAD INTERANUAL		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		2001	18,4	19	34	24	56	3,68
		2004	0,00	-	-	-	-	0,00
HUMO	5	2001	12,00	33	75	90	90	1,27
		2004	10,67	18	38	34	53	2,52
	10	2001	33,60	42	69	68	90	1,53
		2004	16,00	15	42	39	69	2,49
	15	2001	33,60	24	70	77	90	1,56
		2004	51,00	15	44	43	69	2,66

En general los tratamientos de humo producen una estimulación de la germinación en esta especie, efecto que se mantiene en los dos años estudiados, resultando siempre significativo.

En cuanto a la interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos de humo y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que para *E. umbellata* los grupos definidos por la variable variabilidad interanual no poseen porcentajes de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos de humo si tienen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes. La interacción entre variabilidad interanual y los tratamientos de humo posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre semillas de años diferentes no son las mismas en todos los tratamientos.

El ritmo de germinación resulta difícil de contrastar, puesto que el segundo año el control no presenta germinación. Aunque no se presentan diferencias entre los tres tratamientos de humo en cada año, sí que se producen entre un año y otro, puesto que los t_m pasan de algo más de dos meses a poco más de un mes; variando en este mismo sentido t_{50} y t_{90} .

El vigor en el primer año se reduce con el humo pasando a de alto en el control a bajo con los tratamientos. En el segundo año para todos los tratamientos de humo el vigor es medio y sin germinación en el control.

Erica vagans

En la Figura 60 se muestra la germinación final encontrada para esta especie en los dos años estudiados, y en la Tabla 48 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

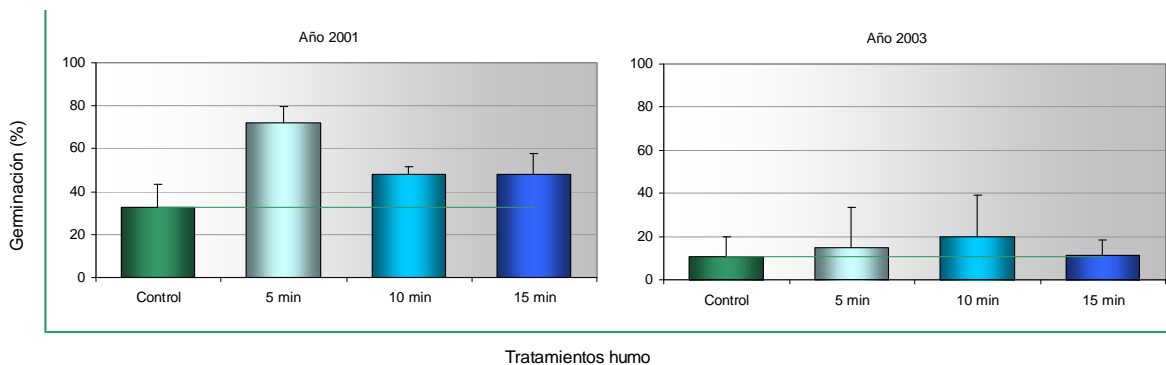


Figura 60: Variabilidad interanual de la germinación final de *Erica vagans* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 48: Variabilidad interanual de los parámetros germinativos de *Erica vagans* con los tratamientos de humo estudiados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

VARIABILIDAD INTERANUAL		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		2001	32,8	26	45	45	59	2,46
		2003	10,67	30	53	46	72	2,11
HUMO	5	2001	72,00	23	40	35	54	2,75
		2003	14,67	24	40	40	59	1,94
	10	2001	48,00	23	44	42	59	2,61
		2003	20,00	19	44	42	59	2,14
	15	2001	48,00	23	53	42	90	2,19
		2003	11,33	24	44	38	70	2,78

En cuanto a la germinación de esta especie, en el primer año se incrementa, resultando diferencias significativas frente al control, que no se detectan en el segundo año estudiado, a pesar que también se observa incrementos ligeros de la germinación con la aplicación del humo.

En cuanto a la interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos de humo y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable variabilidad interanual poseen

porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos de humo también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre la variabilidad interanual y los tratamientos de humo posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre los dos años estudiados no son las mismas en todos los tratamientos.

En cuanto al ritmo de germinación, los t_0 en el segundo año también se reducen con los tratamientos de humo. Los t_{50} se mantienen en torno al mes y medio, mientras que t_{90} lo hace entre dos y tres meses.; y los t_m también se reducen, pero no de manera significativa, sin observarse en el de 15 minutos el aumento significativo del t_m que se observaba el año anterior.

El vigor se mantiene en todos los casos en valores medios.

1. 4. 3. 3. Variabilidad con almacenamiento del efecto del humo

En la Tabla 11 del Anexo Estadístico se presentan los resultados de las pruebas Chi cuadrado tras el almacenamiento de las semillas para cada especie ensayada con el porcentaje final de germinación. Para los tiempos medios se presentan los ANOVA en la Tabla 22. La Tabla 13 del Anexo Estadístico es el análisis de dos vías para la interacción entre el humo y el almacenamiento.

Calluna vulgaris

En la Figura 61 se muestra la germinación final encontrada de las semillas de esta especie recién recogidas y tras un año de almacenamiento, y en la Tabla 49 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

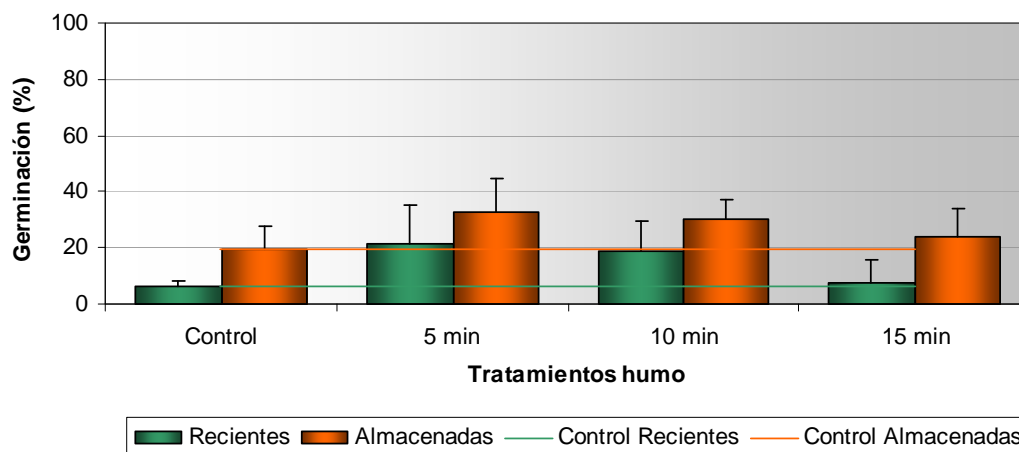


Figura 61: Variabilidad con el almacenamiento de la germinación final de *Calluna vulgaris* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 49: Variabilidad con el almacenamiento de los parámetros germinativos de *Calluna vulgaris* con los tratamientos de humo estudiados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)	
Control	Recientes	6,31	58	78	84	90	1,28	
	Almacenadas	19,33	17	43	33	75	2,82	
HUMO	5	Recientes	21,35	25	58	55	90	1,93
		Almacenadas	32,67	17	38	33	56	3,06
	10	Recientes	19,00	32	69	77	90	1,57
		Almacenadas	30,00	17	28	31	66	3,23
	15	Recientes	7,54	35	67	79	80	1,07
		Almacenadas	24,00	19	40	31	73	3,24

La germinación no presenta variación con el almacenamiento, siendo la respuesta al humo similar, apreciándose un incremento que no se corresponde con las variaciones en el tiempo de aplicación, resultando más elevada, aunque no significativamente, cuando ésta es de 5 y 10 minutos. En las semillas recién recogidas este aumento sí es significativo.

En cuanto a la interacción entre el factor almacenamiento y los tratamientos de humo y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que para *C. vulgaris* los grupos definidos por la variable almacenamiento y los definidos por la variable tratamientos de humo son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre el almacenamiento y los tratamientos de humo no posee efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre semillas recién recogidas y almacenadas son las mismas en los tratamientos de humo ensayados.

El ritmo de germinación tampoco presenta variación en su respuesta al humo con el almacenamiento, puesto que el primer año se acelera especialmente con el humo 5 minutos, y en el segundo con el humo 10 minutos; lo que se refleja especialmente en t_m , que pasa de mes y medio a un mes, aunque estas diferencias no resultan significativas. No varían tanto t_{50} , que se mantiene en torno a un mes, ni t_{90} que lo hace en torno a dos meses o dos meses y medio.

El vigor en el primer año varía entre muy bajo y medio con los diferentes tratamientos, sin presentar una tendencia clara; y en el segundo año resulta medio en todos los casos.

Erica arborea

En la Figura 62 se muestra la germinación final encontrada de las semillas de esta especie recién recogidas y tras un año de almacenamiento, y en la Tabla 50 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

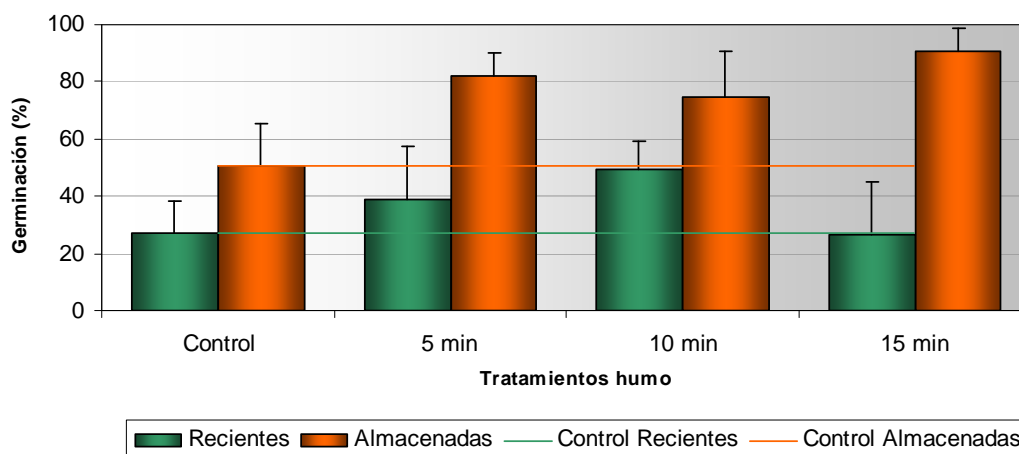


Figura 62: Variabilidad con el almacenamiento de la germinación final de *Erica arborea* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 50: Variabilidad con el almacenamiento de los parámetros germinativos de *Erica arborea* con los tratamientos de humo estudiados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)	
Control	Recientes	27,2	10	24	17	40	5,35	
	Almacenadas	50,67	10	20	17	45	5,86	
HUMO	5	Recientes	38,67	10	18	14	28	6,27
		Almacenadas	82,00	11	17	13	27	7,03
	10	Recientes	49,33	10	19	17	31	6,23
		Almacenadas	74,67	11	15	13	18	7,55
	15	Recientes	26,67	12	19	14	33	6,68
		Almacenadas	90,67	11	16	13	15	7,08

El porcentaje final de germinación tiende a aumentar con la exposición al humo, resultando este efecto más acusado en las semillas almacenadas, en las que la germinación aumenta de manera significativa en los tres casos.

En cuanto a la interacción entre el factor almacenamiento y los tratamientos de humo y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable almacenamiento poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos de humo también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre el almacenamiento y los tratamientos de humo posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre semillas recién recogidas y almacenadas no son las mismas en todos los tratamientos.

En cuanto al ritmo de germinación, se observa la misma tendencia de variación en las semillas almacenadas que en las recientes; puesto en ambos casos los parámetros germinativos se reducen ligeramente frente al control pero ningún año de manera estadísticamente significativa, El t_0 varía entre los 10 y 12 días en todos los tratamientos y en ambos años, El t_{50} también desciende uno y otro año con la exposición al humo. Es de señalar que esta especie presenta la germinación más rápida, tanto en las semillas recientes como en las almacenadas, entre todas las estudiadas, con los tres tratamientos de humo, germinando el 90% de las semillas en las dos primeras semanas.

Las semillas almacenadas tienen vigores comparativamente más elevados, altos en el control y muy altos con los tratamientos de humo, entre los más elevados de las especies estudiadas.

Erica australis

La germinación de las semillas recién formadas de esta especie es prácticamente nula, tanto en el control como con los diferentes tratamientos; y tras un año de almacenamiento apenas se producen modificaciones en su respuesta al humo, ni en la germinación final ni en su ritmo muy lento.

En cuanto a la interacción entre el factor almacenamiento y los tratamientos de humo y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que para *E. australis* los porcentajes finales de germinación no son significativamente diferentes en los grupos definidos por la variable almacenamiento ni la variable tratamientos de humo. La interacción entre ambos factores no tiene efecto significativo en el porcentaje de germinación.

El vigor, muy bajo, también es similar en las semillas recientes y almacenadas en todos los casos.

Erica ciliaris

En la Figura 63 se muestra la germinación final encontrada de las semillas de esta especie recién recogidas y tras un año de almacenamiento, y en la Tabla 51 presentan los parámetros germinativos correspondientes.

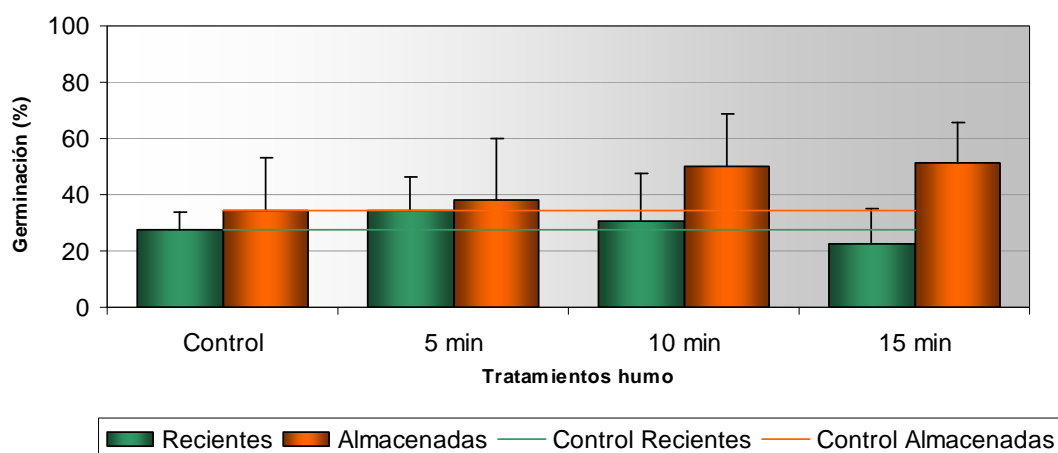


Figura 63: Variabilidad con el almacenamiento de la germinación final de *Erica ciliaris* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 51: Variabilidad con el almacenamiento de los parámetros germinativos de *Erica ciliaris* con los tratamientos de humo estudiados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		Recientes	27,71	14	47	46	86	2,95
		Almacenadas	34,67	17	31	26	45	3,66
HUMO	5	Recientes	34,67	11	37	37	49	3,19
		Almacenadas	38,00	14	26	24	38	4,24
	10	Recientes	30,67	11	34	28	690	3,53
		Almacenadas	50,00	12	27	24	38	4,38
	15	Recientes	22,53	18	32	28	44	3,36
		Almacenadas	51,20	12	24	24	33	4,46

La germinación de esta especie tras almacenamiento se incrementa, resultando las diferencias significativas respecto al control, localizándose éstas entre el control y la aplicación de humo durante 10 y 15 minutos.

En cuanto a la interacción entre el factor almacenamiento y los tratamientos de humo y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que para *E. ciliaris* los grupos definidos por la variable almacenamiento poseen porcentajes de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos de humo no son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre el almacenamiento y los tratamientos de humo posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre semillas recién recogidas y almacenadas no son las mismas en todos los tratamientos de humo.

En cuanto al ritmo de germinación, las semillas almacenadas reducen ligeramente en todos los casos el t_m pero no significativamente, y t_{50} y t_{90} , en relación con su respectivo control, como lo hacían las semillas recientes, llegando a presentar un t_m algo menor de un mes, y un t_{90} de un mes.

Como consecuencia, el vigor se incrementa siempre con el humo, alcanzando valores comparativamente más elevados en las semillas almacenadas, en las que alcanza un nivel alto.

Erica scoparia

En la Figura 64 se muestra la germinación final encontrada de las semillas de esta especie recién recogidas y tras un año de almacenamiento, y en la Tabla 52 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

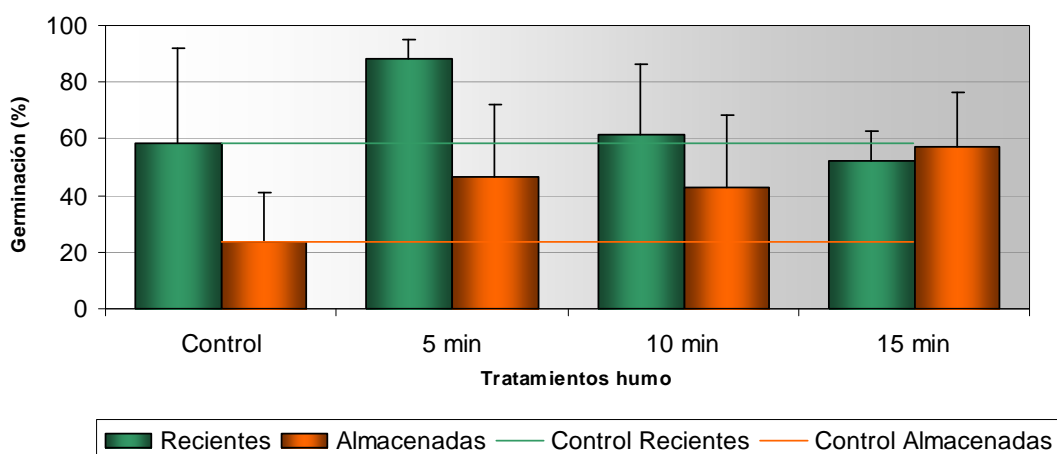


Figura 64: Variabilidad con el almacenamiento de la germinación final de *Erica scoparia* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 52: Variabilidad con el almacenamiento de los parámetros germinativos de *Erica scoparia* con los tratamientos de humo estudiados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		Recientes	58,4	19	34	28	54	3,11
		Almacenadas	23,33	17	27	28	38	4,00
HUMO	5	Recientes	88,00	24	36	31	52	3,16
		Almacenadas	46,67	17	30	26	45	3,11
	10	Recientes	61,60	24	37	31	77	3,02
		Almacenadas	42,67	19	33	31	49	3,34
	15	Recientes	52,00	24	34	31	89	2,93
		Almacenadas	57,33	17	30	26	42	3,79

El humo incrementa la germinación, tanto en las semillas recientes como en las almacenadas. Las semillas recientes presentaban diferencias significativas en la germinación tras los tratamientos de humo respecto al control sólo en la aplicación de 5 minutos. Tras un año de almacenamiento las mismas semillas resultan estimuladas en su germinación, siendo estadísticamente significativas las diferencias en todos los tiempos de aplicación.

En cuanto a la interacción entre el factor almacenamiento y los tratamientos de humo y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable almacenamiento poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos de humo también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre el almacenamiento y los tratamientos de humo posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre semillas recién recogidas y almacenadas no son las mismas en todos los tratamientos.

Las semillas almacenadas prácticamente no varían su ritmo de germinación con el humo, presentando valores similares de t_m , sin diferencias estadísticamente significativas, t_{50} y t_{90} ; próximos a un mes en los dos primeros, y mucho más variable el tercero.

El vigor en semillas almacenadas sometidas a humo es medio cuando en el control era alto.

Erica tetralix

En la Figura 65 se muestra la germinación final encontrada de las semillas de esta especie recién recogidas y tras un año de almacenamiento, y en la Tabla 53 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

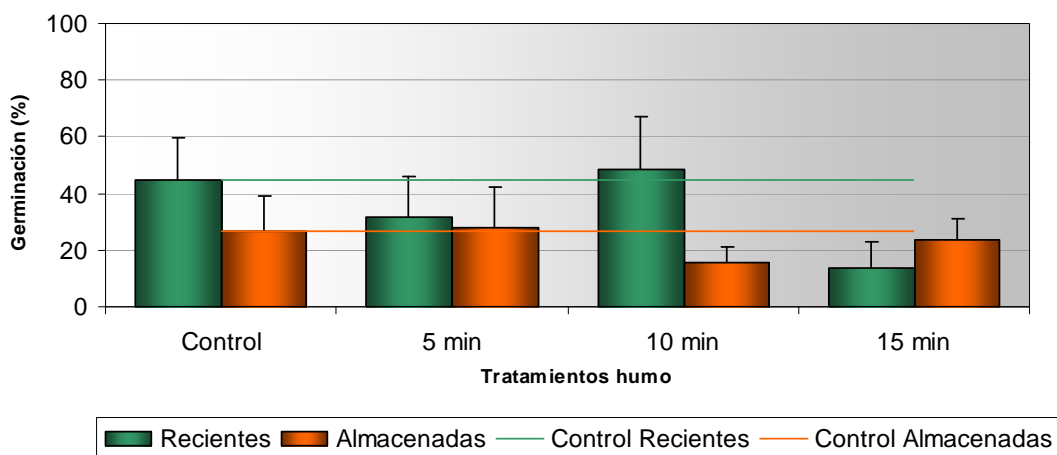


Figura 65: Variabilidad con el almacenamiento de la germinación final de *Erica tetralix* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 53: Variabilidad con el almacenamiento de los parámetros germinativos de *Erica tetralix* con los tratamientos de humo estudiados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		Recientes	44,44	14	43	35	84	3,10
		Almacenadas	26,67	21	48	45	66	2,32
HUMO	5	Recientes	31,47	14	45	42	79	2,69
		Almacenadas	28,00	14	35	31	52	3,16
	10	Recientes	48,44	14	42	37	84	3,60
		Almacenadas	15,33	17	30	24	56	3,84
	15	Recientes	13,62	14	23	21	28	3,91
		Almacenadas	23,33	17	32	28	61	3,67

Esta especie no presenta variabilidad con el almacenamiento en su respuesta frente al humo. Aunque las semillas recientes germinan en mayor porcentaje que las almacenadas su respuesta al humo es similar, encontrándose sólo diferencias estadísticamente significativas en los casos en los que la germinación se reduce frente a la germinación en el control.

En cuanto a la interacción entre el factor almacenamiento y los tratamientos de humo y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable almacenamiento poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos de humo también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre el almacenamiento y los tratamientos de humo posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre semillas recién recogidas y almacenadas no son las mismas en todos los tratamientos.

Esta variabilidad también se observa en el ritmo de germinación, que se acelera claramente en el caso de las semillas almacenadas, resultando las diferencias estadísticamente significativas en los tres casos. Así, t_m se reduce de mes y medio a un mes, t_{50} puede ser algo menos de un mes; mientras que t_{90} se mantiene en torno a los tres meses de duración del estudio.

El vigor sufre un incremento, más notorio en las semillas almacenadas.

Erica umbellata

En la Figura 66 se muestra la germinación final encontrada de las semillas de esta especie recién recogidas y tras un año de almacenamiento, y en la Tabla 54 se presentan los parámetros germinativos correspondientes.

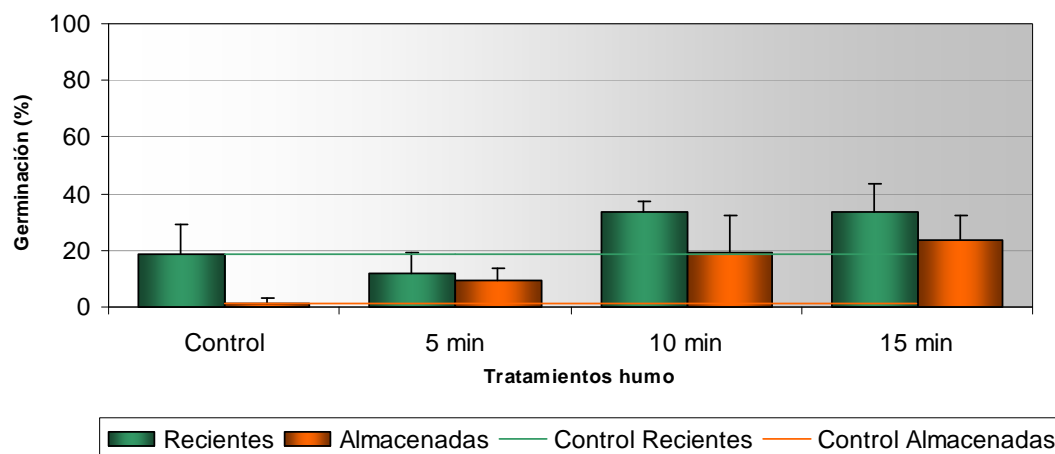


Figura 66: Porcentaje final de germinación para *E. umbellata* en un año y tras un año de almacenamiento en el control y los tratamientos de humo.

Tabla 54: Variabilidad con el almacenamiento de los parámetros germinativos de *Erica umbellata* con los tratamientos de humo estudiados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		Recientes	18,40	19	34	24	56	3,68
		Almacenadas	1,33	33	43	33	52	0,83
HUMO	5	Recientes	12,00	33	75	90	90	1,27
		Almacenadas	9,33	28	64	66	82	1,93
	10	Recientes	33,60	42	69	68	90	1,53
		Almacenadas	19,33	26	51	54	70	2,23
	15	Recientes	33,60	24	70	77	90	1,56
		Almacenadas	23,33	17	47	47	82	2,67

Las semillas de esta especie, con el almacenamiento presentan las mismas tendencias de variación frente al humo que las semillas recientes, aunque con el almacenamiento la respuesta es más clara, resultando la estimulación por humo estadísticamente significativa en todos los casos estudiados.

En cuanto a la interacción entre el factor almacenamiento y los tratamientos de humo y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable almacenamiento poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos de humo también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre el almacenamiento y los tratamientos de humo posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre semillas recién recogidas y almacenadas no son las mismas en todos los tratamientos.

En cuanto al ritmo de germinación, se ralentiza en ambos casos, sin llegar a ser las diferencias significativas, con el consiguiente incremento de los parámetros germinativos.

El vigor en las semillas almacenadas es muy bajo en el control pasando a medio con los tratamientos de humo, la tendencia contraria a lo observado en las semillas recientes.

Erica vagans

En la Figura 67 se muestra la germinación final encontrada de las semillas de esta especie recién recogidas y tras un año de almacenamiento, y en la Tabla 55 se presentan los parámetros germinativos correspondientes

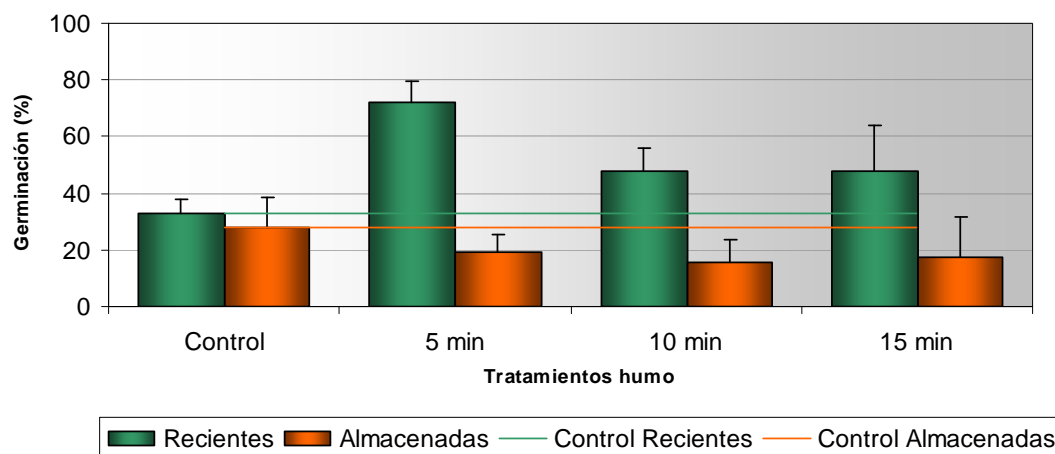


Figura 67: Variabilidad con el almacenamiento de la germinación final de *Erica vagans* con los tratamientos de humo estudiados.

Tabla 55: Variabilidad con el almacenamiento de los parámetros germinativos de *Erica vagans* con los tratamientos de humo estudiados. (t_0 , t_{50} , t_{90} : tiempo necesario para que se produzca la primera, el 50% y el 90% de las germinaciones respectivamente, t_m : tiempo medio de germinación).

VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO		PARÁMETROS GERMINATIVOS						
	Tiempo (minutos)		Germinación (%)	t_0 (días)	t_m (días)	t_{50} (días)	t_{90} (días)	Vigor (%)
Control		Recientes	32,80	26	45	45	59	2,46
		Almacenadas	28,00	21	48	42	75	2,40
HUMO	5	Recientes	72,00	23	40	35	54	2,75
		Almacenadas	19,33	28	50	45	73	2,20
	10	Recientes	48,00	23	44	42	59	2,61
		Almacenadas	15,33	26	51	49	75	2,30
	15	Recientes	48,00	23	53	42	90	2,19
		Almacenadas	17,33	21	40	35	56	2,59

Las semillas recientes se ven estimuladas por el humo, el aumento de la germinación es estadísticamente significativo en todos los tratamientos. Las semillas almacenadas reducen su germinación al exponerse al humo sin llegar a ser estadísticamente significativas. Para esta especie el efecto del humo actúa en diferente sentido en las semillas recientes y almacenadas, y en contra de la tendencia general las almacenadas no resultan favorecidas por este factor.

En cuanto a la interacción entre el factor almacenamiento y los tratamientos de humo y en base a la prueba Chi cuadrado de dos vías, se concluye que los grupos definidos por la variable almacenamiento poseen porcentajes finales de germinación significativamente diferentes y los definidos por los tratamientos de humo también son significativamente diferentes en cuanto al porcentaje final de germinación. La interacción entre el almacenamiento y los tratamientos de humo posee un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación, de modo que las diferencias en la germinación entre semillas recién recogidas y almacenadas no son las mismas en todos los tratamientos.

El ritmo de germinación no presenta variación, manteniéndose en los mismos niveles, tanto en el control como en los tratamientos de humo, en las semillas recientes y almacenadas. De esta forma, t_0 es siempre menor que un mes, t_m se aproxima al mes y medio en todos los casos, como t_{50} ; oscilando t_{90} entre dos y tres meses.

1.5. DISCUSIÓN

Las Ericaceae estudiadas, características de los matorrales atlánticos del NW de la Península Ibérica, difieren entre sí, tanto en su germinación control como en su respuesta a los factores temperatura y humo relacionados con el fuego. En la Tabla 56 se resumen los cambios resultantes tanto de la germinación control como de la respuesta a la temperatura y al humo de las semillas recién producidas y almacenadas a corto plazo.

La germinación control de una de ellas es elevada (*E. scoparia*), en cinco alcanza valores medios (*E. arborea*, *E. ciliaris*, *E. tetralix*, *E. umbellata*, *E. vagans*), y en las cuatro restantes es muy baja o incluso nula (*C. vulgaris*, *E. australis*, *E. cinerea*, *E. erigena*). Entre ellas, destacan por su rápido ritmo de germinación *E. arborea*, *E. scoparia* y *E. umbellata*, con un t_m de un mes o menos, y un t_{50} respectivamente menor; mientras que *C. vulgaris* es la que germina más lentamente, entre las que han presentado un cierto nivel de germinación, presentando un t_m que supera los dos meses. De acuerdo con estos resultados, la duración del ensayo de germinación, tres meses, ha sido suficiente para caracterizar la dinámica germinativa de la práctica totalidad de las especies estudiadas, lo que se pone en evidencia al observar la estabilización, sobre todo a partir del segundo mes, de las correspondientes gráficas; únicamente en el caso de *C. vulgaris* dicho tiempo resulta escaso, sobre todo en las semillas correspondientes al primer año estudiado.

Esta germinación control varía de un año a otro en cinco de ellas, aumentando en *C. vulgaris*, *E. arborea* y *E. scoparia*; y disminuyendo en *E. umbellata* y *E. vagans*; lo que conlleva también variaciones en el mismo sentido del ritmo de germinación, que se acelera en las tres primeras y se reduce en las otras dos. Por el contrario, no presentan variabilidad interanual las cuatro restantes, *E. australis*, *E. cinerea*, *E. ciliaris* ni *E. tetralix*; entre ellas, las dos últimas sí que presentan variaciones en el ritmo de germinación, que se acelera en la primera y disminuye en la segunda.

Teniendo en cuenta esta variabilidad interanual se observa que la germinación control se mantiene elevada en *E. scoparia*, presenta siempre valores medios en *E. ciliaris*, *E. tetralix* y *E. vagans*, resulta nula en *E. australis* y *E. cinerea* y presenta variación en las tres especies restantes, *C. vulgaris* con valores muy bajos o medios, *E. arborea* con niveles medios o elevados, y *E. umbellata* con niveles medios o nulos. El ritmo de germinación también presenta variabilidad interanual, manteniéndose en general las principales tendencias apreciadas el primer año, excepto en aquellas especies en las que la germinación varía hasta un nivel nulo, como es el caso de *E. umbellata*.

La germinación control también varía en cuatro de las especies estudiadas con el almacenamiento a corto plazo (un año) de las semillas, incrementándose en el caso de *C. vulgaris* y *E. arborea*, y disminuyendo en *E. scoparia* y *E. umbellata*; y no se modifica en las cinco restantes. Estos cambios también conllevan variaciones en el ritmo de germinación, que en el caso de las cuatro que modifican la tasa de germinación, se acelera en la primera, se ralentiza en la última, y no varía en las otras dos; mientras que entre las cinco restantes, que no modifican su tasa de germinación únicamente se observan cambios en *E. ciliaris*, cuyo ritmo se acelera.

Las semillas de Ericaceae son muy pequeñas, lo que se corresponde con el tipo "dwarf seed" según MARTIN (1946), que presentan un embrión de pequeño tamaño, de tipo linear plenamente desarrollado o no completamente desarrollado, incluido en una semilla cuya testa puede presentar una o varias capas de células con paredes engrosadas o lignificadas en parte o totalmente (TAKHTAJAN, 1996), lo que puede ocasionar que presenten una dormición de tipo morfológica, o morfofisiológica (BASKIN y BASKIN, 1998, 2004, 2007; BASKIN *et al.*, 2005), cuya ruptura requiere de las condiciones adecuadas para el desarrollo del embrión y para la germinación. Según BASKIN y BASKIN (2007), el tipo de dormición morfológica no puede ser asignado a este tipo de semillas con embrión muy pequeño a no ser que se sepa con seguridad que el desarrollo del embrión es un requerimiento previo necesario para la germinación.

En algunas especies de esta familia se ha descrito además una dormición fisiológica, lo que contribuye a su acumulación en el suelo constituyendo bancos de semillas transitorios o persistentes (PONS, 1989; BASKIN y BASKIN, 1998, 2004; FINCH-SAVAGE y LEUBNER-METZGER, 2006); en este caso la ruptura de la dormición se puede producir por periodos variables

de estratificación cálida o fría, o por exposición solamente a la altas, o solamente a bajas temperaturas, según su nivel de dormición (NIKOLAEVA, 1977; SMALL y GARNER, 1980; SMALL *et al.*, 1982; BASKIN y BASKIN, 1998, 2004) y también por acción de giberelinas (BROWN *et al.*, 1996).

Nuestros resultados muestran que el pretratamiento realizado, con el que se trata de reproducir la existencia de un corto periodo frío en invierno en condiciones naturales, así como las condiciones experimentales de germinación, son adecuadas para producir la ruptura de la dormición (si fuese el caso), y la germinación de *E. scoparia* y en menor medida de *E. arborea*, *E. ciliaris*, *E. tetralix* y *E. vagans*; y menos aún en el caso de *C. vulgaris* y *E. umbellata*; y no lo son en el caso de *E. australis*, *E. cinerea*, *E. erigena*. Algunas de estas especies pueden variar su respuesta germinativa, puesto que presentan variabilidad interanual ante las mismas condiciones de pretratamiento y germinación, así en *C. vulgaris* y en *E. arborea* dichas condiciones resultan aún más adecuadas un año que otro, ya que incrementan su nivel de respuesta, mientras que en *E. umbellata* pueden no serlo, ya que reducen considerablemente dicho nivel. Entre ellas, niveles bajos de germinación han sido encontrados también por VERA (1997), VALBUENA y VERA (2002) y LUNA *et al.* (2007) en *E. umbellata*, *E. vagans* y *E. cinerea*; característica común a otras especies del género *Erica* ibéricas (ROSSINI OLIVA *et al.*, 2009); si bien en *E. cinerea* VERA (1997) ha obtenido también niveles medios de germinación en semillas de poblaciones de montaña estratificadas durante algo más de tiempo que en nuestro caso (seis semanas), tras un seguimiento de la misma de mayor duración que el del presente estudio.

Estos resultados nos permiten proponer que entre las diez Ericáceas estudiadas, dos de ellas (*E. scoparia* y en menor medida *E. arborea*), presentan semillas sin dormición, con elevadas tasas de germinación si se dan las condiciones ambientales adecuadas, y por lo tanto con escasa posibilidad de acumularse en un banco de semillas, mientras que las otras ocho poseen semillas con algún tipo de dormición. Entre estas ocho, seis de ellas presentan niveles de germinación medios, bajos o muy bajos (*C. vulgaris*, *E. ciliaris*, *E. erigena*, *E. tetralix*, *E. vagans*; y en menor medida *E. umbellata*), y dos no han germinado (*E. australis* y *E. cinerea*), lo que puede corresponderse con diferentes tipos o niveles de dormición, que deben ser aclarados; todas ellas, por lo tanto, pueden constituir un banco de semillas edáfico.

Excepto en las dos últimas especies, que no han germinado, los niveles de dormición pueden presentar variabilidad; en el mismo sentido en que se ha descrito variabilidad en la dormición entre especies e individuos (BASKIN y BASKIN, 2004); confiriéndoles así una plasticidad germinativa, tanto en el nivel como en el ritmo de germinación; siendo de destacar entre ellas *C. vulgaris* y *E. umbellata*, que en las comunidades estudiadas se comportan como germinadoras tras incendio forestal, y en las que esta cualidad adquiere especial relevancia para garantizar su regeneración. Por el contrario, destacan entre las especies que menos plasticidad germinativa presentan *E. ciliaris* y *E. tetralix*, características de brezales húmedos, que con frecuencia ocupan pequeñas y aisladas extensiones, albergando pequeñas poblaciones de dichas especies.

El almacenamiento en seco a corto plazo (un año) también produce cambios en la magnitud de la respuesta germinativa de cuatro de las especies estudiadas, que se incrementa en dos especies, *C. vulgaris* y *E. arborea*, disminuye en otras dos, *E. scoparia* y *E. umbellata*; manteniéndose invariable en las cinco restantes. También se observan cambios en el ritmo de germinación con el almacenamiento que, entre las que modifican su germinación, se acelera en *C. vulgaris* y disminuye en *E. umbellata*, y entre las que no modifican su germinación se acelera en *E. ciliaris*.

Los incrementos en la germinación en ensayos a largo plazo han sido encontrados en otras *Ericaceae* de frutos carnosos, como *Leptecophylla tameiameiae* (BASKIN *et al.*, 2005) o tres especies del género *Leucopogon* (*L. esquamatus*, *L. exolasius*, *L. setiger*) (OOI *et al.*, 2006). Tras la realización de ensayos de germinación de larga duración (tres años y un año respectivamente) dichos autores, una vez analizados diferentes aspectos de la morfología del embrión, así como la estimulación de la germinación por ácido giberélico y la temperatura requerida para la ruptura de la dormición, entre otros, atribuyen a las especies estudiadas una dormición fisiológica profunda y morfofisiológica respectivamente.

Por otra parte, las disminuciones en la germinación control observadas se corresponden también con un cambio progresivo en el estado de dormición, característico de semillas con dormición fisiológica no profunda, en las que puede producirse un ciclo de dormición entre dormición y no dormición. (BASKIN y BASKIN, 1985), considerada una dormición relativa o condicional (BASKIN y BASKIN, 2004).

Finalmente, las cinco especies restantes no varían su germinación con el almacenamiento a corto plazo, *E. australis* y *E. cinerea* no germinan en ningún caso, y *E. ciliaris*, *E. tetralix* y *E. vagans* mantienen su nivel de germinación intermedio, lo que refleja nuevamente una menor plasticidad germinativa de las tres últimas especies.

Toda esta información referida a la germinación control de las especies estudiadas sugiere que existen diferencias entre ellas en cuanto a su tipo de dormición. Atendiendo a las características expuestas por NIKOLAEVA (1977) y BASKIN y BASKIN (1998, 2004), *E. australis*, *E. cinerea* y *E. erigena*, con una germinación nula o casi nula en todos los casos, y que por lo tanto el tiempo requerido para la ruptura de su dormición es de varios meses (más de tres), podrían presentar dormición fisiológica intermedia o profunda; mientras que las siete restantes, que pueden alcanzar un nivel de germinación más o menos elevado, y cuyo tiempo necesario para la ruptura de la dormición es desde pocos días hasta pocos meses (menos de tres) podrían presentar dormición fisiológica ligera. Es esta una hipótesis que debe ser estudiada, sin descartar la existencia de una dormición morfológica asociada, o de una dormición morfofisiológica.

Las temperaturas alcanzadas en incendios forestales producen diferentes efectos en la germinación de las semillas, que se verán afectadas en mayor o menor medida según su distribución en profundidad en el suelo (KEELEY *et al.*, 1985; KEELEY, 1987; TRABAUD y OUSTRIC, 1989; MORENO y OECHEL, 1991), pudiendo estimular la germinación de Ericaceae, o inhibirla según su intensidad y duración (MESLEARD y LEPART (1991); GONZÁLEZ-RABANAL y CASAL, (1995); DÍAZ VIZCAÍNO e IGLESIA (2005); DÍAZ VIZCAÍNO *et al.* (2006); DÍAZ VIZCAÍNO *et al.* (2010). El efecto estimulador ha sido interpretado como un choque térmico que facilita la germinación debido a que el calor ablanda o rompe la envuelta de la semilla, escaificándola y haciéndola permeable, mecanismo de especial interés en las semillas que presentan dormición física; mientras que el efecto inhibitorio ha sido interpretado como un daño al embrión que hace la germinación imposible (KEELEY, 1987). Sin embargo, algunas especies que muestran un incremento de germinación con los tratamientos de calor tienen semillas con envuelta permeable y con dormición fisiológica no profunda, en este caso el calor puede acelerar la ruptura de la dormición ya que su escaificación puede estimular su germinación; y una reducción de la germinación puede ser debida a

una inducción de su dormición por el efecto de las elevadas temperaturas o bien a una pérdida de viabilidad (BASKIN y BASKIN, 1998; 2004).

En nuestro caso, tomando como referencia el primer año estudiado, en cinco de las especies estudiadas la germinación resulta estimulada con las temperaturas alcanzadas en el suelo en los incendios forestales. Así, las temperaturas de intensidad suave incrementan la germinación de *C. vulgaris* y *E. tetralix* siempre, y la de *E. ciliaris*, *E. erigena* y *E. vagans* cuando se mantienen durante más tiempo; las de intensidad media incrementan la germinación en tres de las especies estudiadas, *C. vulgaris*, *E. ciliaris* y *E. erigena*, y en menor medida en *E. vagans*, contribuyendo así a acelerar en mayor o menor grado su ruptura de la dormición. Cuando estas temperaturas son muy elevadas también incrementan la germinación de *E. erigena* y *E. vagans*. Los incrementos en el nivel de germinación pueden ir acompañados con incrementos en su ritmo, especialmente cuando la germinación control es lenta o muy lenta (*C. vulgaris*, *E. ciliaris*, *E. tetralix*.) aunque también se puede observar el efecto contrario (*E. erigena*)

Además, en tres de estas especies se observa un efecto reductor de la germinación cuando las temperaturas son muy elevadas, llegando a inhibirla casi totalmente en *C. vulgaris*, *E. ciliaris*, *E. tetralix*. Este efecto también se observa en *E. umbellata*, no solamente con las temperaturas muy elevadas, sino también con las de intensidad suave y media, esto es, en todo el rango de temperaturas analizado.

Finalmente, en las otras cuatro especies estudiadas, *E. arborea*, *E. australis*, *E. cinerea* y *E. scoparia*, la germinación no resulta afectada (ni estimulada ni reducida) con las temperaturas alcanzadas en el suelo en los incendios forestales, siendo de destacar su resistencia a todas las temperaturas estudiadas, especialmente las muy elevadas. En el caso de *E. australis* CRUZ *et al.* (2003) han demostrado que su germinación presenta gran variabilidad a nivel individual y de población, encontrando que la ausencia de germinación se produce con frecuencia; en el de *E. cinerea*, la ausencia de germinación, tanto en el control como en los tratamientos térmicos, debido a la no ruptura de la dormición, ha sido puesta de manifiesto también por LUNA *et al.* (2007) en condiciones de oscuridad y sin ningún pretratamiento.

Como se ha indicado al analizar la germinación control, la duración de los ensayos de germinación en relación con la temperatura, tres meses, ha sido también suficiente para caracterizar la dinámica germinativa de la práctica totalidad de las especies estudiadas, lo que se pone en evidencia nuevamente al observar la estabilización, sobre todo a partir del segundo mes, de las correspondientes gráficas; si bien en el caso de *C. vulgaris* dicho tiempo resulta nuevamente escaso.

De acuerdo con estos resultados, y siguiendo las categorías propuestas por LUNA *et al.* (2007), las cinco primeras especies mencionadas presentan una respuesta germinativa de tipo I (*C. vulgaris*, *E. ciliaris*, *E. erigena*, *E. tetralix* y *E. vagans*), ya que resultan estimuladas por algunos de los choques térmicos ensayados; entre las cuales tres de ellas también presentan una respuesta de tipo III (*C. vulgaris*, *E. ciliaris*, *E. tetralix*), resultando no tolerantes, ya que presentan reducción de la germinación con alguno de los tratamientos, lo que también se observa en *E. umbellata*, que únicamente presenta este tipo de respuesta; mientras que las cuatro restantes son especies tolerantes, con respuesta germinativa tipo II, ya que no resultan estimuladas con ninguno de los tratamientos.

Estos resultados concuerdan con la propuesta de BASKIN y BASKIN (1998; 2004), según la cual la estimulación de la germinación se produciría en aquellas temperaturas que afectan a semillas sin dormición fisiológica profunda, y con testa permeable, que resulta escarificada con el calor, incrementando y acelerando su germinación, como se ha observado en *C. vulgaris*, *E. ciliaris*, *E. erigena*, *E. tetralix* y *E. vagans*; mientras que su reducción se produciría por efecto de las temperaturas más elevadas, que disminuyen su viabilidad, como es el caso de *C. vulgaris*, *E. ciliaris*, *E. tetralix*. Cuando dicha reducción se produce por efecto de temperaturas suaves o medias, los autores mencionados sugieren la inducción de su dormición, como ocurre en el caso de *E. umbellata*, en la que la pérdida de viabilidad queda descartada como ha demostrado LOIS (comunicación personal). Siguiendo con la propuesta de dichos autores, los choques térmicos ensayados no afectarían a las cuatro especies restantes por diferentes motivos, en el caso de *E. arborea* y *E. scoparia* dichas temperaturas no consiguen modificar el nivel de escarificación de la testa, ni afectan a la viabilidad de las semillas; mientras que en el caso de *E. australis* y *E. cinerea* su ausencia de germinación podría deberse a una dormición fisiológica profunda, sin descartar la existencia de una dormición morfológica asociada, puesto que

los ensayos preliminares han evidenciado que su viabilidad es elevada y media respectivamente.

Desde el punto de vista de la regeneración tras incendio, cuando las temperaturas alcanzadas no sean muy elevadas, cabe esperar la estimulación de la germinación a partir del banco de semillas del suelo de las semillas recién producidas de *C. vulgaris*, *E. ciliaris*, *E. erigena*, *E. tetralix* y *E. vagans*; entre ellas *C. vulgaris*, *E. ciliaris* y *E. tetralix* perderían su viabilidad con las temperaturas muy elevadas, mientras que las otras dos mantendrían sus niveles de germinación. Esta estimulación no se produciría en el caso de *E. arborea* y *E. scoparia*, que mantendrían los mismos niveles que el control, ni tampoco en el de *E. australis* y *E. cinerea*, que no germinarían. Finalmente, la germinación de *E. umbellata* se reduciría en todos los casos.

Esta respuesta germinativa no presenta variabilidad interanual en *E. australis* ni en *E. cinerea*, mientras que sí la presenta en las otras siete, en las que los niveles de germinación por efecto de la temperatura se modifican de una u otra forma de un año al otro; entre ellas mantienen las mismas tendencias de respuesta germinativa a la temperatura un año y otro únicamente dos de las especies estudiadas, *C. vulgaris* y *E. ciliaris*; mientras que las otras cinco no. En el caso de *E. arborea* y *E. scoparia* se aprecia el segundo año una reducción de la germinación con las temperaturas muy elevadas, y además en la primera un incremento con las de intensidad suave; en el de *E. tetralix* el efecto estimulador de la germinación se aprecia con las temperaturas de intensidad media, y no con las de intensidad baja; y en *E. umbellata* y *E. vagans* se observan tendencias de variación contrarias un año y otro, ya que no se aprecia el efecto reductor, y sí el incremento de la germinación con las temperaturas de intensidad media en la primera de ellas; mientras que en la segunda sí se aprecia el efecto reductor de las más elevadas.

De acuerdo con estos resultados relativos a la variabilidad en la respuesta germinativa de las semillas recién producidas a las temperaturas que pueden generarse en un incendio, y revisando la asignación realizada anteriormente a las categorías propuestas por LUNA *et al.* (2007), mantienen su respuesta germinativa de tipo I *C. vulgaris*, *E. ciliaris* y *E. tetralix*, ya que resultan estimuladas por algunos de los choques térmicos ensayados, aunque en la tercera se modifica el umbral térmico de respuesta; presentando/manteniendo las tres además una respuesta de tipo III, resultando

no tolerantes, ya que muestran reducción de la germinación con alguno de los tratamientos.

Por el contrario, modifican su respuesta germinativa *E. arborea*, *E. scoparia* y *E. vagans*, que muestran el segundo año una respuesta de tipo III, que no se observa en el primero, al resultar no tolerantes a los choques térmicos de mayor intensidad. En la primera además se observa una respuesta de tipo I con las temperaturas de intensidad baja. También modifica su respuesta *E. umbellata*, que pasa a presentar una respuesta tolerante (Tipo II) con las temperaturas de intensidad baja, y sobre todo estimulante (Tipo I) con las de intensidad media, coincidiendo en este caso con los resultados encontrados para esta especie por GONZÁLEZ-RABANAL y CASAL (1995).

Finalmente, mantienen su carácter de especies tolerantes (tipo II), *E. cinerea* y en menor medida *E. australis*, que nuevamente no resultan estimuladas con ningún tratamiento.

El análisis de la variabilidad interanual en la respuesta a las temperaturas que pueden darse en los incendios forestales pone de manifiesto nuevamente la plasticidad germinativa que presentan la mayoría de las especies estudiadas. Tres de ellas mantienen las mismas tendencias de variación de la germinación con los choques térmicos ensayados, estimulación de la germinación con temperaturas suaves o medias y reducción con las muy elevadas; cuatro la varían, mostrando un efecto reductor con las más elevadas, o un efecto estimulador con las de intensidad media, y nuevamente dos de ellas no germinan. En el conjunto de los dos años estudiados, esta respuesta germinativa continúa siendo concordante con la interpretación realizada anteriormente en base a las propuestas de BASKIN y BASKIN (1998; 2004) de su tipo de dormición.

Considerando esta variabilidad interanual, desde el punto de vista de la regeneración tras incendio, cuando las temperaturas alcanzadas no sean muy elevadas, cabe esperar siempre la estimulación de la germinación a partir del banco de semillas del suelo de *C. vulgaris*, *E. ciliaris*, *E. erigena*, *E. tetralix* y *E. vagans*; entre ellas *C. vulgaris*, *E. ciliaris* y *E. tetralix* perderían su viabilidad con las temperaturas muy elevadas, mientras que *E. vagans* puede perderla también, o mantener sus niveles de germinación; y cabe esperar o no dicha estimulación en *E. umbellata*. Esta estimulación no se produciría en el caso de *E. arborea* y *E. scoparia*, que mantendrían los mismos niveles que el control en

todas las temperaturas, o bien la reducirían con las de intensidad elevada; ni tampoco en el de *E. australis* y *E. cinerea*, que no germinarían.

Con el almacenamiento a corto plazo, un año, no se modifica la respuesta germinativa de *E. australis* y *E. cinerea*, que en este caso tampoco germinan; mientras que nuevamente las otras siete especies presentan variabilidad, puesto que los niveles de germinación se modifican de una u otra forma. Entre ellas, mantienen las mismas tendencias *C. vulgaris* y *E. ciliaris*, que no obstante muestran una mayor sensibilidad al efecto letal de las temperaturas que no solamente se manifiesta con las de intensidad elevada, sino también con las de intensidad media. Esta respuesta también se observa en *E. tetralix*, en la que además deja de producirse el efecto estimulador de las de intensidad baja. Las otras cuatro especies muestran modificaciones más variadas en la respuesta germinativa, que en *E. arborea* resulta estimulada en las temperaturas de intensidad baja y también reducida con las de intensidad elevada, lo que también se observa en *E. scoparia*; mientras que en *E. umbellata* dichas intensidades resultan estimuladoras, y en *E. vagans* todas las intensidades reducen la germinación.

Por lo tanto, la respuesta más generalizable que produce el almacenamiento a corto plazo es el incremento del efecto reductor de la germinación de las temperaturas, muy elevadas o incluso elevadas, dependiendo de la especie, que se aprecia en seis de las siete especies mencionadas, siendo de destacar que *E. umbellata* es la única que no solo no muestra esta tendencia, sino que dichas temperaturas resultan estimuladoras de su germinación. Siguiendo la propuesta de BASKIN y BASKIN (1998; 2004), el efecto reductor podría ser debido a la pérdida de viabilidad, efecto letal, en todas ellas, si bien en el caso de *E. vagans*, en la que todas las intensidades de temperatura producen dicho efecto, existe la posibilidad de que además se produzca un efecto de inducción de la dormición, al menos con las temperaturas de menor intensidad, hipótesis que debe ser contrastada.

Además, el almacenamiento a corto plazo produce otros cambios en la respuesta de las semillas a los choques térmicos ensayados, siendo de destacar la incorporación del efecto estimulador en *E. arborea* y *E. umbellata*, y su pérdida en *E. tetralix* y *E. vagans*.

De acuerdo con estos resultados, y revisando nuevamente la asignación realizada inicialmente a las categorías propuestas por LUNA *et al.* (2007), con el almacenamiento a corto plazo mantienen su respuesta germinativa de tipo I *C. vulgaris* y *E. ciliaris*, ya que resultan estimuladas por algunos de los choques térmicos ensayados, y la pierde *E. tetralix*; presentando/manteniendo las tres además una respuesta de tipo III, resultando no tolerantes, ya que muestran reducción de la germinación con alguno de los tratamientos. Además, adquieren dicha respuesta de tipo I *E. arborea* y *E. umbellata*; la primera presenta además una respuesta tipo III, como *E. scoparia*; y la pierde *E. vagans*, que presenta una respuesta no tolerante, tipo III, en todos los casos.

Considerando el efecto del almacenamiento a corto plazo, desde el punto de vista de la regeneración tras incendio, cuando las temperaturas alcanzadas no sean elevadas o muy elevadas, cabe esperar también la estimulación de la germinación a partir del banco de semillas recién almacenadas en el suelo de *C. vulgaris* y *E. ciliaris*, así como *Erica arborea*; las tres perderían su viabilidad con las temperaturas muy elevadas. Esta pérdida de viabilidad con las temperaturas elevadas y/o muy elevadas ocurre también en *E. scoparia*, *E. tetralix* y *E. vagans* cuyas semillas en ningún caso resultan estimuladas por el calor generado en el incendio. Además, cuando las temperaturas son muy elevadas, *E. umbellata* es la única especie que puede incrementar su germinación. Finalmente, *E. australis* y *E. cinerea*, tampoco germinarían.

Los productos químicos resultantes de la combustión que están representados en el humo que se genera tras incendio también pueden influir en la germinación de las semillas. El humo ha demostrado ser un importante estimulador de la germinación en Ericaceae y en otras especies (DE LANGE y BOUCHER, 1990; BROWN *et al.*, 1993; BROWN *et al.*, 2003; BROWN y BOTHA, 2004); aunque también se ha encontrado que puede no serlo, o incluso que puede inhibir la germinación (DIXON *et al.*, 1995; READ y BELLAIRS, 1999; CLARKE y FRENCH, 2005), lo que se relaciona con un efecto tóxico de diferentes componentes específicos del humo que se detectan sobre todo a elevadas concentraciones (CLARKE y FRENCH, 2005); este efecto ha sido puesto también de manifiesto por LIGHT *et al.*, (2002), quienes indican que este puede ser un mecanismo preventivo de la germinación tras incendio.

Diferentes autores han estudiado el principio activo responsable del incremento de la germinación (SUTCLIFFE y WHITEHEAD, 1995; JÄGER *et al.*, 1996 a, b; BROWN y VAN STADEN, 1997; KEELEY y FOTHERINGHAM, 1997, 1998a, b), lo han identificado como butenólido (FLEMATTI *et al.*, 2004; VAN STADEN *et al.*, 2004), y han estudiado su efecto fisiológico, de forma comparable al del ácido giberélico (VAN STANDEN *et al.*, 2000; GARDNER *et al.*, 2001; MERRIT *et al.*, 2006). En esta misma línea DAWS *et al.*, (2008) encuentran que dicho principio activo presenta una estructura química similar a las strigolactonas, que estimulan la germinación, por lo que su funcionamiento podría ser similar; y GARDNER *et al.*, (2001), KROCK *et al.*, (2002) y SWHWACHTJE y BALDWIN, (2004) han demostrado que el humo afecta la síntesis endógena de GA (giberelinas) y al contenido en ABA (ácido abscísico), ambas implicadas tanto en la pérdida de dormición como, junto con el etileno, en la regulación hormonal de la germinación (MATILLA, 2008). Además, MA *et al.*, (2006) encuentran que el butenólido puede funcionar de manera similar a las auxinas, que juegan un papel importante en la embriogénesis y en el desarrollo de plántulas.

Todos estos estudios sugieren similitudes entre el butenólido y las giberelinas, auxinas y/o strigolactonas. Según JAIN *et al.* (2008a) y LIGHT *et al.* (2009) no es sorprendente que una sola molécula presente propiedades análogas a las de varios reguladores de plantas, puesto que eso ocurre también en algunas proteínas señalizadoras, que pueden actuar en diferentes procesos.

En nuestro caso, el humo incrementa la germinación en la mayoría de las especies estudiadas, *C. vulgaris*, *E. arborea*, *E. erigena*, *E. scoparia*, *E. umbellata* y *E. vagans*; la reduce en *E. tetralix*; no le afecta en *E. australis*, *E. cinerea*, que tampoco han germinado en estas condiciones, ni en *E. ciliaris*.

Como se ha indicado al analizar tanto la germinación control como por efecto de la temperatura, la duración de los ensayos de germinación en relación con el humo, tres meses, ha sido nuevamente suficiente para caracterizar la dinámica germinativa de la práctica totalidad de las especies estudiadas, como muestra la estabilización, sobre todo a partir del segundo mes, de las correspondientes gráficas de dinámica de la germinación; si bien en el caso de *C. vulgaris* dicho tiempo resulta nuevamente escaso.

Aplicando la clasificación propuesta para el efecto de los choques térmicos (LUNA *et al.*, 2007), seis de las especies estudiadas resultan de tipo I, puesto que su germinación resulta estimulada con alguno de los tratamientos de humo ensayadas, tres de tipo II, resultando tolerantes a este factor, y una sola de tipo III, resultando no tolerante al mismo.

Este efecto presenta variabilidad interanual en *C. vulgaris* y *E. vagans*, cuya germinación pasa a resultar no afectada por el humo, y en *E. ciliaris* y *E. tetralix* cuya germinación resulta estimulada; mientras que en las cinco especies restantes no se han detectado variaciones. Por lo tanto, tres de las especies estudiadas mantiene una respuesta germinativa de tipo I, dos mantienen una respuesta de tipo II, modificándose la respuesta en las cuatro anteriormente mencionadas, sin que se observe un efecto de tipo III en ninguna de ellas.

La respuesta germinativa predominante de las especies estudiadas a las diferentes exposiciones de humo es la de incrementar más o menos su germinación, respuesta similar a la encontrada con el butenólido sintetizado por FLEMATTI *et al.* (2005) y ensayado experimentalmente en diferentes especies (MERRIT *et al.*, 2006; DAWS *et al.*, 2007), inclusive malas hierbas (STEVENS *et al.* 2007).

Relacionando dicha respuesta con la dormición de las semillas BAKER *et al.* (2005) y MERRIT *et al.* (2007) consideran que el principio activo presente en el humo puede ser un estimulante de la germinación cuyos efectos máximos se aprecian en las semillas no durmientes, y por lo tanto las condiciones de las semillas en el momento de la aplicación pueden variar la respuesta al humo, lo que resulta especialmente relevante en aquellas que presentan dormición fisiológica no profunda, en cuyo caso la respuesta al humo podría ser muy elevada si se cumplen los requerimientos de ruptura de la dormición.

Estos resultados sugieren que en cuatro de las especies estudiadas (*E. arborea*, *E. erigena*, *E. scoparia*, *E. umbellata*) la estimulación de la germinación por efecto del humo no depende tanto de las condiciones de las semillas, produciéndose siempre; mientras que en otras cuatro (*C. vulgaris*, *E. ciliaris*, *E. tetralix*, *E. vagans*) sí que depende, por lo que dicho efecto no es constante (es de destacar que en la primera es la variación en el control la que determina la diferencia con respecto al humo). Y además, en dos de ellas (*E. australis*, *E. cinerea*), cuya dormición podría ser fisiológica profunda, sin descartar también

una dormición morfológica (hipótesis que debe de ser contrastada), el humo no produce ningún efecto.

Con el almacenamiento, se mantiene el efecto estimulador, tipo I, de la germinación en *C. vulgaris*, *E. arborea*, *E. scoparia* y *E. umbellata*, así como el reductor, tipo III, en *E. tetralix*; y tampoco afecta a *E. australis* y *E. cinerea*, que continúan sin germinar, modificándose en el caso de *E. ciliaris*, que resulta estimulada, y en el de *E. vagans*, que resulta reducida.

Considerando el efecto, tanto de la variabilidad interanual como del almacenamiento a corto plazo, desde el punto de vista de la regeneración tras incendio, cabe esperar la estimulación de la germinación por efecto del humo de la mayoría de las Ericáceas estudiadas, entre las cuales *E. umbellata* destaca porque muestra esta respuesta siempre. El efecto inhibitor del humo se aprecia ocasionalmente en *E. tetralix* y *E. vagans*. Nuevamente, *E. australis* y *E. cinerea* no germinan.

Estos resultados muestran que en la mayoría de las Ericáceas estudiadas, características de los brezales atlánticos de la Europa meridional, la germinación resulta estimulada por el humo; sin embargo, esta respuesta no se observa siempre, puesto que algunas de ellas presentan variabilidad interanual. Entre ellas, *E. arborea*, *E. scoparia* y sobre todo *E. umbellata* presentan una respuesta constante con alguno de los tiempos de exposición al humo analizados, incrementando su germinación por encima del control, el cual presenta valores medios o elevados; mientras que en *E. erigena*, de la que únicamente se dispone de los datos correspondientes al primer año, los incrementos se obtienen a partir de una germinación control muy baja. También presentan una respuesta constante *E. australis* y *E. cinerea*, con germinación control muy baja o nula, que no presenta variación con el humo. La variabilidad interanual se observa en *C. vulgaris*, *E. ciliaris* y *E. vagans*, con germinación control muy baja, media y elevada respectivamente, que un año resultan estimuladas y otro no presentan variación, y en *E. tetralix*, con germinación control elevada, que un año resultan estimuladas y en otro presentan reducción.

Esta respuesta no parece estar relacionada con la duración de la exposición al humo, lo que justifica que la respuesta a este factor se discuta globalmente.

Cuando la germinación se modifica por efecto del humo, también lo puede hacer su ritmo. Entre las especies que resultan estimuladas, *E. scoparia*, *E. arborea*, *C. vulgaris*, *E. ciliaris* y *E. tetralix*, muestran también, un año u otro, una aceleración del ritmo de germinación, que resulta significativo en todas ellas excepto en *E. ciliaris*; mientras que en *E. umbellata* y en menor medida en *E. vagans* puede producirse una ralentización del mismo.

El humo desempeña pues un papel importante en la germinación de Ericáceas en el sur de Africa (BROWN *et al.*, 1993), y también en el Mediterráneo ibérico (MOREIRA *et al.*, 2010), y nuestros resultados muestran que también lo desempeña en Ericáceas características de brezales atlánticos europeos, evidenciando así que la capacidad de respuesta a este factor relacionado con el fuego también está representada más allá de los bien documentados ambientes mediterráneos (KEELEY y FOTHERINGAM, 1998a, b; BROWN, 1993; BROWN *et al.*, 1993, 2003; CROSTI *et al.*, 2006; GÓMEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2008; REYES y TRABAUD, 2009, MOREIRA *et al.*, 2010).

1.6. CONCLUSIONES

1. Las Ericáceas estudiadas, difieren entre sí en cuanto a su nivel de germinación control, que en una de ellas es elevado (*E. scoparia*), en cinco alcanza valores medios (*E. arborea*, *E. ciliaris*, *E. umbellata*, *E. tetralix* y *E. vagans*), y en las cuatro restantes es muy baja o incluso nula (*C. vulgaris*, *E. australis*, *E. cinerea*, *E. erigena*).

También difieren en su ritmo de germinación, destacando por su rapidez *E. arborea*, *E. scoparia* y *E. umbellata*; mientras que *C. vulgaris* es la que germina más lentamente.

2. El estudio de la variabilidad interanual de la germinación control muestra que no presenta variación en seis de ellas, y sí se modifica en tres. Así, se mantiene elevada en *E. scoparia*, presenta siempre valores medios en *E. ciliaris*, *E. tetralix* y *E. vagans* y resulta nula en *E. australis* y *E. cinerea*; mientras que presenta variación en las tres especies restantes, *C. vulgaris* con valores muy bajos o medios, *E. arborea* con niveles medios o elevados, y *E. umbellata* con niveles medios o nulos.

El ritmo de germinación también presenta variabilidad interanual, manteniéndose en general las principales tendencias germinativas apreciadas el primer año, excepto cuando el nivel de germinación se reduce a cero.

3. El almacenamiento a corto plazo (un año) también produce cambios en la germinación control de cuatro de las especies estudiadas, que se incrementa en dos especies, *C. vulgaris* y *E. arborea*, disminuye en otras dos, *E. scoparia* y *E. umbellata*; manteniéndose invariable en las cinco restantes.

4. Las temperaturas alcanzadas en el suelo en los incendios forestales pueden estimular la germinación en cinco de las especies estudiadas. Las temperaturas de intensidad suave incrementan la germinación de *C. vulgaris* y *E. tetralix* siempre, y la de *E. ciliaris*, *E. erigena* y *E. vagans* cuando se mantienen durante más tiempo; las de intensidad media incrementan la germinación en tres de las especies estudiadas, *C. vulgaris*, *E. ciliaris* y *E. erigena*, y en menor medida en *E. vagans*. Cuando las temperaturas son muy elevadas también

incrementan la germinación de *E. erigena* y *E. vagans*. Los incrementos en el nivel de germinación pueden ir acompañados con incrementos en su ritmo, especialmente cuando la germinación control es lenta o muy lenta (*C. vulgaris*, *E. ciliaris*, *E. tetralix*,) aunque también se puede observar el efecto contrario (*E. erigena*)

En tres de las especies estudiadas se observa un efecto reductor de la germinación cuando las temperaturas son muy elevadas, llegando a inhibirla casi totalmente en *C. vulgaris*, *E. ciliaris*, *E. tetralix*. Este efecto también se observa en *E. umbellata*, no solamente con las temperaturas muy elevadas, sino también con las de intensidad suave y media, esto es, en todo el rango de temperaturas analizado.

En las cuatro especies estudiadas restantes, *E. arborea*, *E. australis*, *E. cinerea* y *E. scoparia*, la germinación no resulta afectada, ni estimulada ni reducida, con las temperaturas alcanzadas en el suelo en los incendios forestales, destacando su resistencia a todas las temperaturas estudiadas, especialmente las muy elevadas.

5. El análisis de la variabilidad interanual en la respuesta a las temperaturas que pueden darse en los incendios forestales pone de manifiesto nuevamente la plasticidad germinativa que presentan la mayoría de las especies estudiadas. Tres de ellas (*C. vulgaris*, *E. ciliaris*, *E. tetralix*) mantienen las mismas tendencias de variación de la germinación con los choques térmicos ensayados, estimulación de la germinación con temperaturas suaves o medias y reducción con las muy elevadas; cuatro la varían (*E. arborea*, *E. scoparia*, *E. umbellata*, *E. vagans*), mostrando un efecto reductor con las más elevadas, o un efecto estimulador con las de intensidad media, y nuevamente dos de ellas (*E. australis* y *E. cinerea*) no germinan.

6. La respuesta más generalizable que produce el almacenamiento a corto plazo es el incremento del efecto reductor de la germinación de las temperaturas, muy elevadas o incluso elevadas, dependiendo de la especie, que se aprecia en seis de las siete especies mencionadas, siendo de destacar que *E. umbellata* es la única que no solo no muestra esta tendencia, sino que dichas temperaturas resultan estimuladoras de su germinación.

Además, el almacenamiento a corto plazo produce otros cambios en la respuesta de las semillas a los choques térmicos ensayados, siendo de destacar la incorporación del efecto estimulador en *E. arborea* y *E. umbellata*, y su pérdida en *E. tetralix* y *E. vagans*.

7. Considerando conjuntamente la germinación inicial de las Ericáceas estudiadas y su variabilidad interanual, desde el punto de vista de la regeneración tras incendio, cuando las temperaturas alcanzadas no sean muy elevadas, cabe esperar siempre la estimulación de la germinación a partir del banco de semillas del suelo de cinco de ellas (*C. vulgaris*, *E. ciliaris*, *E. erigena*, *E. tetralix* y *E. vagans*); casi todas (*C. vulgaris*, *E. ciliaris* y *E. tetralix*) perderían su viabilidad con las temperaturas muy elevadas, excepto *E. vagans*, que puede perderla también, o mantener sus niveles de germinación. Esta estimulación no se produciría en el caso de *E. arborea* y *E. scoparia*, que mantendrían los mismos niveles que el control en todas las temperaturas, o bien la reducirían con las de intensidad elevada; ni tampoco en el de *E. australis* y *E. cinerea*, que no germinarían.

8. Considerando la germinación obtenida tras almacenamiento a corto plazo, cuando las temperaturas alcanzadas no sean elevadas o muy elevadas, cabe esperar también la estimulación de la germinación a partir del banco de semillas recién almacenadas en el suelo de tres de ellas (*C. vulgaris* y *E. ciliaris*, así como *Erica arborea*); las tres perderían su viabilidad con las temperaturas muy elevadas. Esta pérdida de viabilidad con las temperaturas elevadas y/o muy elevadas ocurre también en *E. scoparia*, *E. tetralix* y *E. vagans* cuyas semillas en ningún caso resultan estimuladas por el calor generado en el incendio. Además, cuando las temperaturas son muy elevadas, *E. umbellata* es la única especie que puede incrementar su germinación. Finalmente, *E. australis* y *E. cinerea*, tampoco germinarían.

9. El humo incrementa la germinación en la mayoría de las especies estudiadas, *C. vulgaris*, *E. arborea*, *E. erigena*, *E. scoparia*, *E. umbellata* y *E. vagans*; la reduce en *E. tetralix*; no le afecta en *E. australis*, *E. cinerea*, que tampoco han germinado en estas condiciones, ni en *E. ciliaris*.

10. Este efecto estimulador presenta variabilidad interanual en *C. vulgaris* y *E. vagans*, cuya germinación pasa a resultar no afectada, y en *E. ciliaris* y *E. tetralix* cuya germinación resulta estimulada; mientras que en las cinco especies restantes no se han detectado variaciones.

11. Con el almacenamiento, se mantiene el efecto estimulador, de la germinación en *C. vulgaris*, *E. arborea*, *E. scoparia* y *E. umbellata*, así como el reductor en *E. tetralix*; y tampoco afecta a *E. australis* y *E. cinerea*, que continúan sin germinar, modificándose en el caso de *E. ciliaris*, que resulta estimulada.

12. Considerando el efecto, tanto de la variabilidad interanual como del almacenamiento a corto plazo, desde el punto de vista de la regeneración tras incendio, cabe esperar la estimulación de la germinación por efecto del humo de la mayoría de las Ericáceas estudiadas, entre las cuales *E. umbellata* destaca porque muestra esta respuesta siempre. El efecto inhibitor del humo se aprecia ocasionalmente en *E. tetralix* y *E. vagans*. Nuevamente, *E. australis* y *E. cinerea* no germinan.

2.1. INTRODUCCIÓN

Los bancos de semilla están formados por todas las semillas presentes en el suelo o asociadas a la litera. Se trata de una fuente desde la cual una nueva población vegetal puede surgir rápidamente si la existente es destruida. El banco está compuesto en parte por semillas producidas en el área y en parte por otras llegadas de fuera, por tanto el banco puede que no refleje con exactitud la vegetación existente (MAJOR y PYOTT, 1966; HARPER, 1977; THOMPSON y GRIME, 1979; THOMPSON *et al.*, 1997). Las semillas que configuran el banco pueden sufrir desplazamientos en sentido horizontal o vertical en el suelo, al mismo tiempo pueden ser semillas que germinan en el primer año o después de ser dispersadas formando un banco “transitorio”, o puede ser que se trate de un banco “persistente” si las semillas permanecen más de un año (GRIME, 1979; THOMPSON y GRIME, 1979; THOMPSON *et al.*, 1997, LEK *et al.*, 1989). Otra diferencia que se puede apreciar entre los bancos de semillas transitorios y persistentes se relaciona con la localización de las semillas dentro del suelo; ya que la mayoría de los bancos persistentes consisten en semillas enterradas en profundidad.

La razón por la que una semilla puede permanecer en el suelo sin germinar durante un período más o menos prolongado de tiempo, puede deberse simplemente a la ausencia de las mínimas condiciones necesarias para ello, por ejemplo semillas enterradas a demasiada profundidad en el suelo, o a que ésta se encuentre sumida en un estado de letargo o dormición. Se dice que una semilla está aletargada cuando ninguna combinación de condiciones ambientales normales es capaz de hacerla germinar; la temperatura, seguida de la luz y la humedad del suelo, parecen ser los principales factores ambientales que determinan dicho comportamiento (BASKIN y BASKIN, 1998). El letargo se ha interpretado como un mecanismo mediante el cual las semillas son capaces de prevenir la germinación bajo condiciones que podrían ser favorables para el establecimiento de las plántulas (FENNER, 1985; BASKIN y BASKIN, 1998, THOMPSON *et al.*, 1997). Una caracterización más detallada de la dormición, tipos y mecanismos de ruptura se ha presentado en el capítulo anterior.

La dinámica del banco de semillas es el resultado del balance entre la producción de semillas y la predación, muerte y germinación de las mismas (HARPER, 1970). A partir del modelo general propuesto por SIMPSON *et al.*, (1989), se puede hablar de una sola vía de entrada y reposición del banco de semillas, la producción y dispersión de las semillas desde la planta madre, mientras que las vías de salida o desgaste son varias, destacando la muerte fisiológica y el envejecimiento, las pérdidas por el ataque de patógenos, la predación, además, claro está, de la propia germinación. Además, el modelo funcional propuesto por BASKIN y BASKIN (1998) relaciona la dinámica del banco de semillas con su ciclo de dormición.

La acumulación de semillas en el suelo tiene consecuencias importantes. Por un lado, la presencia de un banco de semillas abundante asegura la continuidad (sin inmigración) de una población en una área determinada, incluso si en algún momento falla la producción y además, incrementa el tamaño, y por ello la diversidad y estabilidad genéticas de la misma (BASKIN y BASKIN, 1998; CALISZ y MC PEEK, 1993). Además, la persistencia en el suelo permite una dispersión en el tiempo, aumentando la variabilidad genética de las poblaciones al posibilitar la germinación simultánea de semillas de diferentes edades (HARPER, 1977).

Por otro lado, la persistencia de las semillas en el suelo produce una superposición de bancos de semillas procedentes de distintas etapas a lo largo de una misma serie de vegetación en el transcurso de la sucesión. Así, varios autores (LIVINGSTON y ALLESIO, 1968; HARPER, 1977; BROWN y OOSTERHUIS, 1981, y KEELEY *et al.*, 1981), consideran que el banco de semillas del suelo presente en una zona proviene principalmente de la vegetación de estados anteriores, más que de una inmigración reciente. Por ello, no es raro encontrar una elevada disparidad entre la composición específica de la vegetación establecida en una zona y su banco de semillas (MAJOR y PYOTT, 1966; LIVINGSTON y ALLESIO, 1968; KELLMAN, 1970; WHIPPLE, 1978; BROWN y OOSTERHUIS, 1981; TRABAUD, 1994). Este hecho revela la importancia que puede llegar a tener el banco de semillas del suelo a la hora de caracterizar la flora de un área o una región, y por tanto, la necesidad de considerarlo en dicho estudio.

Otra consecuencia importante que se deriva de la existencia de una reserva de semillas viables en el suelo, especialmente en la región

mediterránea, es que ésta no sólo asegura la capacidad de una comunidad para mantenerse a sí misma, sino que además proporciona una flexibilidad sustancial a la respuesta que la comunidad puede mostrar frente a una perturbación drástica, como es el caso del fuego.

De hecho, la germinación en muchas especies de la región mediterránea parece verse estimulada con esta perturbación, registrándose las tasas máximas de emergencia de plántulas en las primeras etapas post-incendio (PURDIE, 1977; ARIANOUTSOU y MARGARIS, 1981; KEELEY y KEELEY, 1987). Para algunas especies, el reclutamiento de nuevos individuos se encuentra muy extendida entre muchas de las principales especies de la vegetación en ecosistemas mediterráneos (por ejemplo *Pinus halepensis* Mill., *Pinus brutia* Ten., *Cistus* sp., *Rosmarinus officinalis* L., varias especies de *Adenostoma* sp. y *Arctostaphylos* sp.), lo que determina que su restablecimiento post-incendio tenga lugar necesariamente a partir de las semillas que sobreviven al fuego, bien enterradas, bien en el banco de semillas aéreo (conjunto de semillas contenidas en los conos o en los frutos), o por colonización posterior. De esta forma, el banco de semillas del suelo, además del rebrote, desempeña un papel principal en la recuperación vegetal post-incendio en numerosos ecosistemas mediterráneo, como el chaparral californiano (ZEDLER *et al.*, 1983), el mallee en Australia (NOBLE *et al.*, 1980) o el fynbos en Sudáfrica (KRUGER y BIGALKE, 1984).

El fuego puede acontecer de forma natural en muchos ecosistemas, por ejemplo, bosques esclerófilos secos, matorral, etc., por lo que existe mucho interés en caracterizar la regeneración de las especies que los componen después de un incendio. Existen especies con semillas con dormición física, cuyas semillas germinan en el medio después del incendio. Por ejemplo, en Fabáceas, como el tojo, *Ulex europaeus* L. (IVENS, 1983, PEREIRAS, 1984, PEREIRAS *et al.*, 1985). Debido a que estas semillas germinan después de que el hábitat ha sido quemado, la conclusión a la que frecuentemente se llega es que el calor del fuego puede hacerlas permeables. Así, en un suelo de brezal de *Calluna vulgaris* (L.) Hull, obtienen que las semillas protegidas por al menos un centímetro de suelo están expuestas a temperaturas que oscilan en 40 °C y 140°C después del incendio. Dependiendo de la cantidad de material combustible, las semillas en la superficie del suelo pueden estar expuestas a diversos rangos de temperatura (WHITTAKER y GIMINGHAN, 1962).

El esquema que se presenta a continuación (Figura 1) muestra la dinámica del banco de semillas, según ha sido propuesto por HARPER (1977) y modificado por BRADBEER (1988).

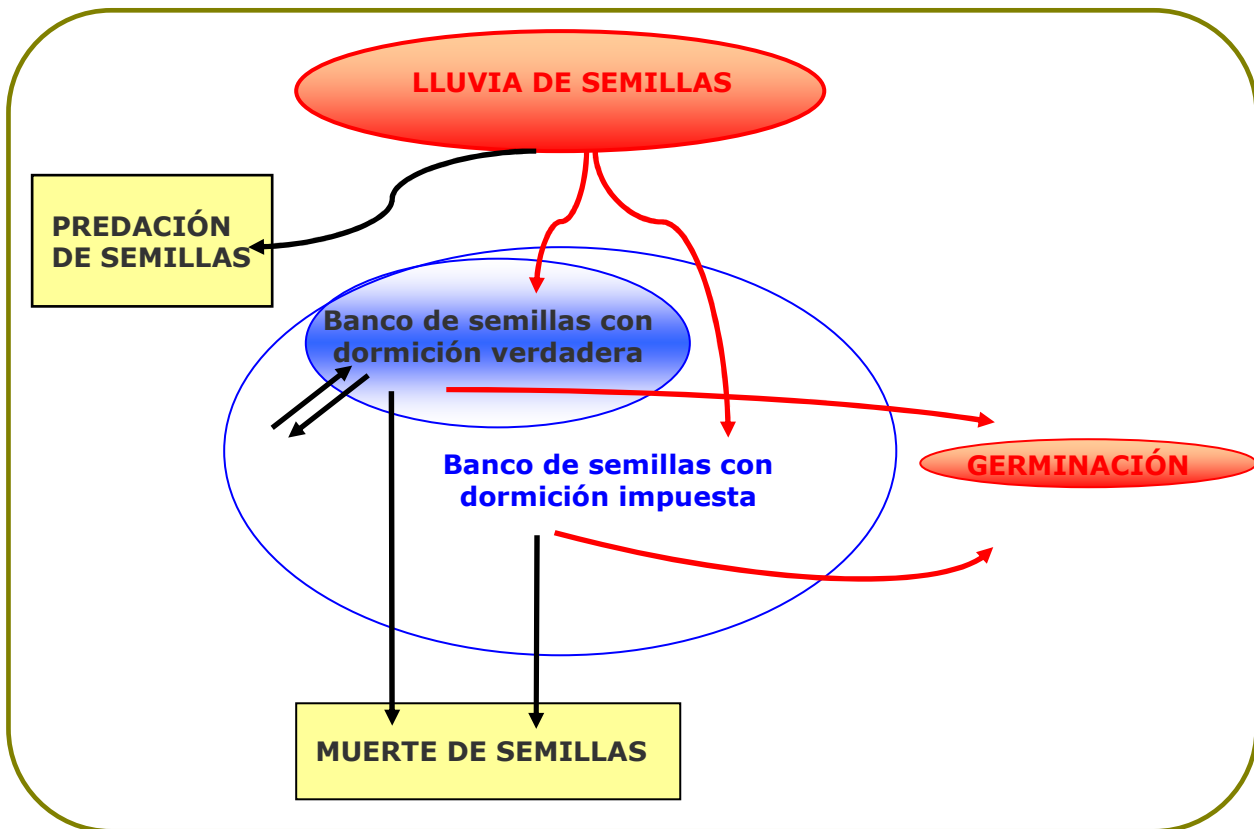


Figura 1: Dinámica del banco de semillas, desarrollado según las ideas de HARPER (1977) y adaptada de BRADBEER (1988).

HARPER (1977) considera el banco de semillas formado por un verdadero banco de semillas en un estado de verdadera dormición (dormición primaria), y que requieren la exposición a uno o varios factores que rompan dicha dormición para que la germinación ocurra, así como por un banco de semillas con dormición impuesta por ausencia de condiciones adecuadas para la germinación (dormición secundaria).

La lluvia de semillas pasa a formar el banco de semillas del suelo salvo aquellas semillas que son predadas. Las salidas del banco del suelo se producen bien por muerte o través de la germinación. En el banco hay semillas con dormición verdadera (primaria) y semillas con dormición impuesta (secundaria). Para la germinación de las semillas con dormición verdadera es necesario someterlas a algún factor que rompa la dormición. Una vez rota la dormición las semillas, pueden germinar directamente o pasar al banco de

semillas con dormición impuesta esperando las condiciones adecuadas para germinar como luz, humedad o temperatura. La presencia de estos factores facilita que las semillas con dormición impuesta puedan germinar.

THOMPSON *et al.* (1997) presentan una compilación de publicaciones sobre este tema en el noreste de Europa, en la que se pone de manifiesto que la mayor parte de ellas se han realizado en los últimos treinta años, especialmente en terrenos de uso agrícola, en países como Reino Unido, Estados Unidos, Alemania, Holanda, Canadá...etc., entre los cuales España destaca por su escasa contribución. Dichos autores ponen también de manifiesto la escasez de estudios en comunidades de matorral, siendo el método de estudio más habitual el denominado método indirecto (extracción de muestras de suelo que se ponen a germinar), y el menos habitual el correspondiente al seguimiento de la germinación en el campo.

Son pues escasos los trabajos en los que se evalúa el efecto del fuego sobre el banco de semillas en el suelo, siendo pionero el de TRABAUD (1970) demostrando que un número importante de semillas del suelo era capaz de sobrevivir al fuego.

Posteriormente, en nuestro entorno geográfico, PEREIRAS, 1984, PEREIRAS *et al.*, 1985, PUENTES *et al.* (1985, 1987), CANCIO (1992), CANCIO *et al.* (1993), VALBUENA (1995), VALBUENA y TRABAUD (1995), FERRANDIS *et al.* (1996), CASCUDO (1997), VALBUENA *et al.* (2000), VALBUENA y TRABAUD (2001), han investigado la variación en el banco de semillas por efecto del fuego, comparando el contenido en muestras de suelo de zonas quemadas y no quemadas en comunidades de matorral. Entre todos ellos se obtiene una detallada información de los cambios producidos por el fuego en la composición del banco a nivel específico y de comunidad; no obstante son numerosos los tipos de matorral que aún no han sido estudiados, lo que justifica la realización de estudios como el que se presenta.



2.2. OBJETIVOS

- ✓ Cuantificar el banco de semillas en el campo, *in situ* y en el laboratorio, *ex situ*, de comunidades de matorral características de Galicia, analizando la contribución tanto de especies leñosas como de herbáceas,

- ✓ Analizar el efecto del fuego sobre dicho banco, con especial estudio de los cambios en la composición y abundancia de las especies más características de dichos matorrales.

- ✓ Evaluar dicho efecto y sus repercusiones en la abundancia de las especies características, y en el mantenimiento o modificación de las comunidades de matorral de que forman parte, tras incendio forestal.



2.3. MATERIAL Y MÉTODOS

2.3.1.MATERIAL

2.3.1.1. Marco geográfico

La zona de estudio seleccionada se corresponde con el espacio propuesto como LIC, Serra do Careón, declarado como Zona de Especial Protección de los Valores Naturales según el Decreto 72/2001 (DOG, lunes 2 de abril del 2004, N ° 69). Este espacio abarca parte de la zona límite de las provincias de provincia A Coruña y Lugo, con orientación NE-SO (Figura 2).

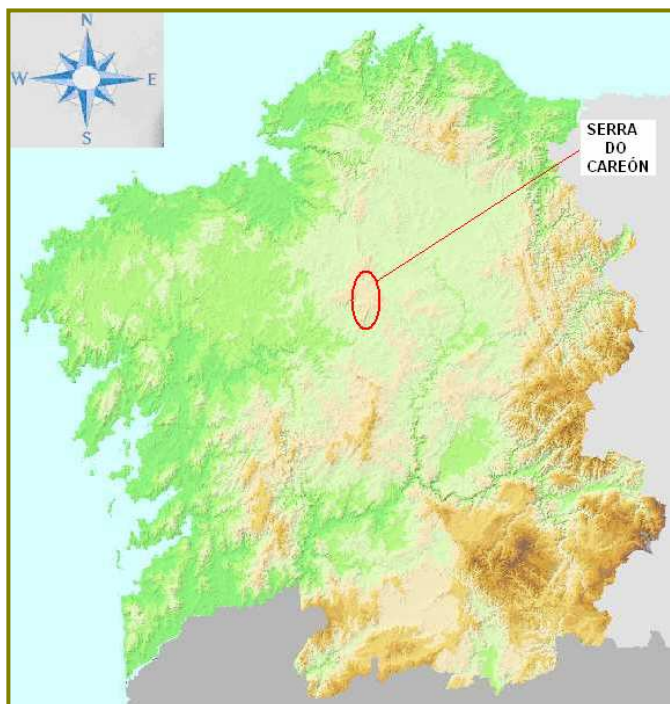


Figura 2: Localización de la Serra do Careón en el Mapa del relieve de Galicia del SITGA (Sistema de Información Territorial de Galicia, Xunta de Galicia).

La altitud media es de 550 m y varía de 300 m en el límite S-SO de la zona (río Ulla) y alrededor de los 800 m en las cumbres de las sierras Careón y Corno. Esta zona queda incluida en la Dorsal occidental, que constituye el límite oriental de los valles del Tambre y del Ulla, y que está formada por la Serra da Cova da Serpe, Serra do Corno do Boi, la Serra do Careón (con la ramificación de los montes do Bocelo), Serra do Farelo, y los montes del Testeiro (RODRÍGUEZ IGLESIAS, 1996).

La Dorsal occidental separa las cuencas del Tambre y del Ulla de la cuenca del Miño. Por encima de los 600 m se sitúan un grupo de elevaciones que presentan un grado menor de erosión en relación con las inferiores; ésta particularidad deriva de la propia génesis de las Serras y está vinculada con su

tectónica. Las zonas más erosionadas presentan relieves aplanados ya que estuvieron expuestas durante un período mayor de tiempo al efecto de los agentes erosivos, por lo que presentan mayor alteración.

La Serra da Cova da Serpe y Serra del Careón presentan una altura de cimas constituida por un nivel en torno a los 800 m (Pico da Cova 838 m, Careón 807 m), siendo algo inferior Corno de Boi con 765 m. En la vertiente occidental aparece una falla que limita por el Este el afloramiento de Olo de Sapo. Por el Sur de la Serra do Careón domina el complejo de Órdenes, y predominan los esquistos y los granitos, que forman una superficie de aplanamiento semejante a la anterior, aunque con una extensión más grande (RODRÍGUEZ IGLESIAS, 1996).

La zona estudiada en este trabajo se incluye en los Concellos de Melide en la provincia de A Coruña, Friol y Palas de Rei en Lugo, que se corresponde con la Serra do Careón.

Se ha seleccionado esta zona por presentar abundantes extensiones de matorrales característicos, en diferentes estadios de desarrollo y grado de naturalidad; y cuya caracterización estructural y dinámica tras incendio se viene estudiando desde hace ya nueve años (FERNÁNDEZ MONTES, 2001; FERNÁNDEZ BERMÚDEZ, 2002; DÍAZ VIZCAÍNO *et al.*, 2002; NAYA, 2006; REY, 2007; IGLESIAS, 2008; GUIMAREY, 2008); y en la que se producen incendios, generalmente de poca extensión, casi todos los años.

2.3.1.2. Geología

El estudio geológico se ha realizado utilizando el Mapa Geológico de España, en concreto la hoja número 96 (06-07), Arzúa, del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, comprendida entre las coordenadas 4º 10' y 4º 30' de longitud (I.G.M.E., 1978) (Figura 3). Según este mapa, la zona se considera situada en la zona de Galicia Central-Tras os Montes, definida por MATTHE (1968), y que se caracteriza por una ausencia de afloramientos Devónico-Carboníferos, la presencia de un Ordovícico Superior y un Silúrico esquistoso muy potente (hasta 4000 m), la ausencia total de Cámbrico en ciertos puntos de la zona, la presencia de un Precámbrico porfirioide y por la presencia de un Precámbrico antiguo, esencialmente constituido por rocas metamorfozadas.

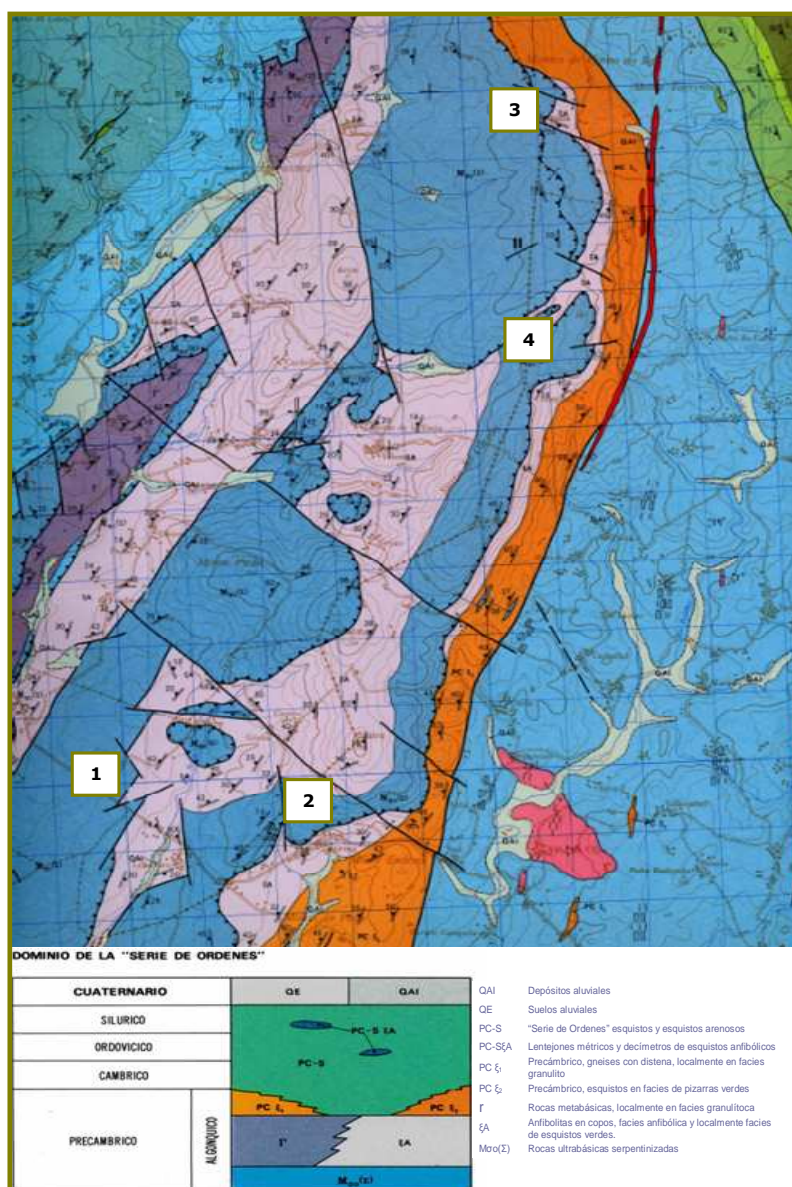


Figura 3: Localización de las parcelas de estudio, 1-Melide, 2-Orosa, 3-Pena Armada, 4-Hospital en el Mapa Geológico de España, en concreto la hoja número 96 (06-07), Arzúa, (I.G.M.E.).

Las rocas presentes en esta zona se clasifican como rocas metamórficas de origen ígneo, que han sufrido al menos una fase de deformación y metamorfismo. Incluidas en el Dominio de la “Serie de Órdenes”, dentro del cual se distinguen tres grupos de rocas; las del “Complejo de Mellid”, los Esquistos de Órdenes y los Ortogneis de Sobrado. Concretamente la zona de estudio de ubica en el “Complejo de Mellid”.

Se engloban dentro de este complejo una serie de rocas básicas, tipo peridotita, y/o serpentinita y anfibolita, con algunos metasedimentos de muy limitada superficie de afloramiento, que aparecen entre el mencionado ortogneis y el gran accidente tectónico representado por los granitos del macizo Chantada-Taboada.

Desde el punto de vista morfológico, hay que señalar que las peridotitas dan generalmente zonas de relieve acusado, y aunque la roca esté generalmente muy serpentinizada produce suelos de escasa potencia; son pues, en consecuencia zonas casi deshabitadas y sólo aptas para el pastoreo.

Las anfibolitas que afloran asociadas a las peridotitas dan generalmente formas deprimidas de relieve; son en general afloramientos bastante meteorizables, sobre ellos se desarrollan potentes suelos de alteración de color rojo ocráceo, aptos para soportar extensas áreas de cultivo

En lo referente a las rocas ultrabásicas serpentinizadas, este grupo está formado por una serie de rocas de olivino y piroxeno, que en su mayor parte se presenta serpentinizadas. Son rocas originalmente granudas que cuando están alteradas presentan una estructura en malla. Se recubren, en general, de una pátina externa de unos 0.15 mm, de color café con leche.

De los tipos de metabasitas existentes en el “Complejo de Mellid”, la facies anfibolitas y/o de esquistos verdes, y las pirigarnitas, las rocas ultrabásicas sufren un proceso de serpentización más patente en las muestras asociadas a las facies anfibolitas que en las muestras asociadas a las pirigarnitas. Además, es de destacar la presencia en estas últimas peridotitos de una espinela verdosa que se transforma en minerales opacos.

2.3.1.3. Edafología

Siguiendo el Mapa de Solos de Galiza (hoja 96 (06-07), Arzúa), del Mapa Topográfico Nacional, escala 1:50.000, comprendida entre las coordenadas 4º 10' y 4º 30' de longitud, (MACÍAS y CALVO, 2005), se observa como las parcelas de estudio presentan suelos desarrollados sobre serpentinitas, como se muestra en la Figura 4.

Las zonas en las que se encuentran rocas básicas o ultrabásicas exhiben elevados contenidos de Ca, Mg y Fe, y bajos de Si, Na y K. Los minerales dominantes son plagioclasas cálcicas y sódicas, anfíboles y en menor proporción piroxenos, biotita y clorita, todos ellos fácilmente meteorizables. La alteración de estas rocas crea saprofitas profundas, de texturas equilibradas a arcillosas y de color rojizo o amarillento. Los tipos de suelos se clasifican como andosoles, litosoles, ránker o cambisoles o bien ferrasoles.

Si son rocas ultrabásicas con serpentinitas (Melide), la roca madre va a influir sobre el grado alcanzado de serpentización. Si el grado es pequeño y actúa sobre algunas fisuras, la roca se comporta como si fuese básica, mientras que si la actuación afecta a toda la masa, se obtiene un material muy rico en Mg y pobre en Si, Al y Na, además de elevados contenidos en metales pesados, en general (Cr, Ni, Cu, Co y Mn). Los materiales originarios son olivinos, piroxenos y anfíboles, que pasan a ser silicatos magnésicos del grupo de la serpentinita (antigorita, crisolito). Estos materiales resultan menos meteorizables que los originales provocando una alteración superficial. Todas estas características se traducen en una vegetación escasa de porte bajo y frecuente presencia de rocas en superficie.

El perfil que muestran los suelos es Ar, y a veces ABC con un horizonte B cámbico. Las clasificaciones de los tipos de suelo según la FAO: litosol y ránker, además de phaeozem y cambisoles húmicos.

Para ampliar la caracterización general de los suelos se utiliza el mapa de suelos elaborado por BERNABÉ y GÓMEZ (1991), incluido en el mapa forestal de la zona (MAPA, 1991). Para la clasificación, los autores utilizan la metodología de Soil Taxonomy (U.S.D.A.,1985), en la que se pueden distinguir tres

regímenes de humedad: údico, xérico y ústico. Las localidades de estudio presentan la caracterización edáfica de Udorthent haplumbrept.

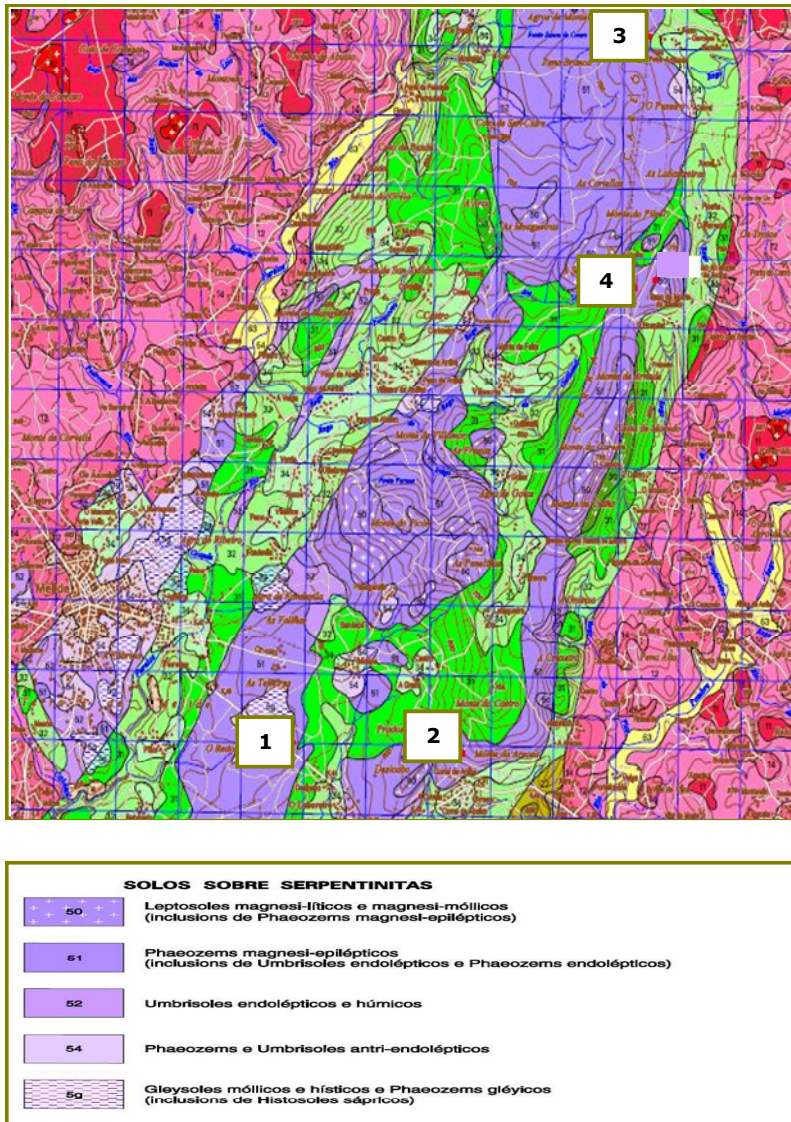


Figura 4: Localización de las parcelas de estudio, 1-Melide, 2-Orosa, 3- Pena Armada, 4- Hospital, en el Mapa de Solos de Galicia (hoja 96 (06-07), Arzúa, (Xunta de Galicia).

La peculiaridad que afecta a las parcelas estudiadas, es que se asientan sobre suelos serpentiniticos, adquiriendo así características diferentes a otros tipos de suelo de Galicia, sobre todo si se tiene en cuenta que las rocas serpentiniticas ocupan aproximadamente una extensión de 1% de la superficie total (CALVO y TOVAR, 1987).

2. 3.1.4. Clima

Para la descripción climatológica de la zona de estudio se han tomado como referencia los trabajos de CARBALLEIRA *et al.* (1993), RODRÍGUEZ IGLESIAS (1996) y MARTÍNEZ CORTIZAS *et al.* (2000).

Climatológicamente, el área de estudio es una de las zonas más húmedas de España, alcanzando la precipitación anual en el período 1931-1960 un valor medio de unos 1300 mm. Los meses más lluviosos corresponden a diciembre y a enero con la precipitación mensual media de unos 160-170 mm, siendo julio el más seco con precipitaciones medias inferiores a 50 mm. El número medio anual de días de lluvias para el mismo período de tiempo es de unos 140-150 días.

Para una caracterización general del clima de la zona de estudio, se han utilizado los datos obtenidos de la estación meteorológica de Sobrado dos Monxes, puesto que es un observatorio completo, no teniendo que recurrir a ningún otro. Esta estación está situada a una latitud de 43° 2' Norte, a una longitud de 8° 1'Oeste y a una altitud de 500 m. Los datos de la estación corresponden a valores medios actualizados hasta junio de 2006.

La diferencia altitudinal existente entre la estación elegida y alguna de las parcelas estudiadas, hace necesario recurrir a la corrección de los datos, siguiendo las indicaciones de MARTÍNEZ CORTIZAS *et al.* (2000); la Tabla 1 nos muestra esa diferencia altitudinal, así como los factores de corrección necesarios en cada caso.

Tabla 1: Altitud de las parcelas de estudio y de la estación meteorológica, diferenciando entre ambas, y factores de corrección necesarios en cada caso.

Parcelas	Altitud parcela (m)	Altitud estación (m)	h (m)	Δ Temperatura	Δ Precipitación
Melide	460	500	40	Sin corrección	
Orosa	540	500	40	Sin corrección	
Pena Armada	760	500	160	-0,006	0,00106
Hospital	710	500	110	-0,006	0,00106

Temperaturas

En la Tabla 2 se expresan los datos termométricos correspondientes a las parcelas de estudio.

Tabla 2: Datos de temperaturas medias (°C) correspondientes a las localidades de Melide y Orosa (a) y Pena Armada y Hospital (b).

(a)													
Brezal seco europeo de <i>Erica scoparia</i>													
	E	F	M	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Anual
Melide y Orosa	6,80	7,20	9,50	10,10	13,40	16,40	18,40	18,70	16,50	13,00	9,40	8,00	12,30

(b)													
Brezal seco europeo de <i>Erica vagans</i>													
	E	F	M	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Anual
Pena Armada	5,84	6,24	8,54	9,14	12,44	15,44	17,44	17,74	15,54	12,04	8,44	7,04	11,30
Hospital	6,14	6,45	8,84	9,44	12,74	15,74	17,74	18,04	15,84	12,34	8,74	7,34	11,60

Los datos de las parcelas de Pena Armada y Hospital se han corregido haciendo uso de la Recta de Regresión de Conred PollaK:

$$t = a - \Delta \cdot h$$

Donde:

t: Temperatura media mensual corregida

a: Temperatura del observatorio mensual.

Δ : Gradiente de temperatura (zona IV, Martínez-CORTIZAS *et al.*, 2000)

h: Diferencia de altitud entre la zona de estudio y la estación.

La ausencia de un invierno frío y de un verano excesivamente caluroso es la particularidad climática de esta zona en general. Las temperaturas medias permiten constatar una caracterización térmica de la comarca. Se observa que la zona de estudio posee unas temperaturas anuales medias suaves, de entre 11 a 13 °C, como otras zonas de montaña de Galicia.

El conjunto de la comarca no conoce un invierno riguroso, ni siquiera en las plataformas de erosión al oeste de la dorsal. Los valores de las temperaturas

medias mensuales se corresponden con 5,5 y 7,5 °C en las zonas aplanadas de los tramos altos de los dos valles. El número de meses invernales con temperaturas por debajo de los 10 °C es de 4 a 5 meses.

Las máximas en esta zona interior son inferiores a 20 °C en los meses más cálidos. El número de meses con temperatura igual o superior a 18 °C es de dos meses en el interior. Hay una influencia continental de cara al interior, apreciándose más claramente al comparar las temperaturas con las de la costa.

En cuanto al Régimen térmico, las oscilaciones estacionales se pueden considerar como débiles, ya que combinan un invierno poco riguroso con un verano con escasos días de calor fuerte. Las variaciones térmicas anuales son inferiores a 15,5°C, como otras zonas de montaña de Galicia.

Precipitaciones

En la Tabla 3 se expresan los datos pluviométricos correspondientes a las parcelas de estudio.

Tabla 3: Datos de precipitación (mm) correspondiente a las parcelas de Melide y Orosa (a), y Pena Armada y Hospital (b)

(a)													
Brezal seco europeo de <i>Erica scoparia</i>													
	E	F	M	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Anual
Melide y Orosa	180,8	135,0	129,8	146,3	118,0	59,9	46,2	63,1	109,8	217,1	200,2	204,9	134,3
(b)													
Brezal seco europeo de <i>Erica vagans</i>													
	E	F	M	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Anual
Pena Armada	211,5	157,9	151,8	171,1	138,0	70,1	54,0	73,7	128,4	253,9	234,1	239,7	157,1
Hospital	201,9	150,8	145,0	163,4	131,8	66,9	51,6	70,4	122,6	242,4	223,5	228,8	149,9

La Serra do Careón se encuentra entre las zonas más lluviosas de Galicia, con valores realmente altos de precipitación anual acumulada de entre 1200 y 1800 mm; en las parcelas estudiadas esta precipitación oscila entre 1400 y 1800 mm (Figura 5).

Las altas precipitaciones repercuten directamente en la baja insolación (< del 50% del potencial) y en la elevada nubosidad (el cielo aparece con frecuencia cubierto de nubes). Las lluvias en la Serra do Careón son esencialmente provocadas por la orografía del lugar, los volúmenes pluviométricos son elevados en todo el conjunto geográfico, particularmente en la dorsal.

En cuanto a los días de lluvia, en toda la comarca este número asciende a 120, media que define los dominios oceánicos; aunque es también frecuente que haya estaciones que recojan lluvias en un número de 140 días. El tramo comprendido entre la depresión meridiana y la dorsal, se sitúa entre las isólineas de 140-150 días.

El invierno es la estación más lluviosa, y entre la primavera y el otoño se recogen el 50% del total de las precipitaciones producidas a lo largo de todo el año, distribuidos en un porcentaje similar de días (RODRÍGUEZ IGLESIAS, 1996), siendo la estacionalidad pluviométrica débil como se observa en la siguiente Figura 5.

De la combinación de los regímenes de temperatura y precipitación resulta un dominio ombrotérmico muy húmedo templado, con pequeñas zonas en altitud de muy húmedo frío.

En la Figura 5 se presentan los mapas del Atlas Climatológico y también los Diagramas Ombrotérmicos de Gaussen, que determinan los periodos de sequía, para las parcelas de estudio.

Los meses de sequía serían aquellos en que la curva de temperatura está por encima de la de precipitaciones. Esto no se da en nuestro caso, deduciéndose que no la presentan.

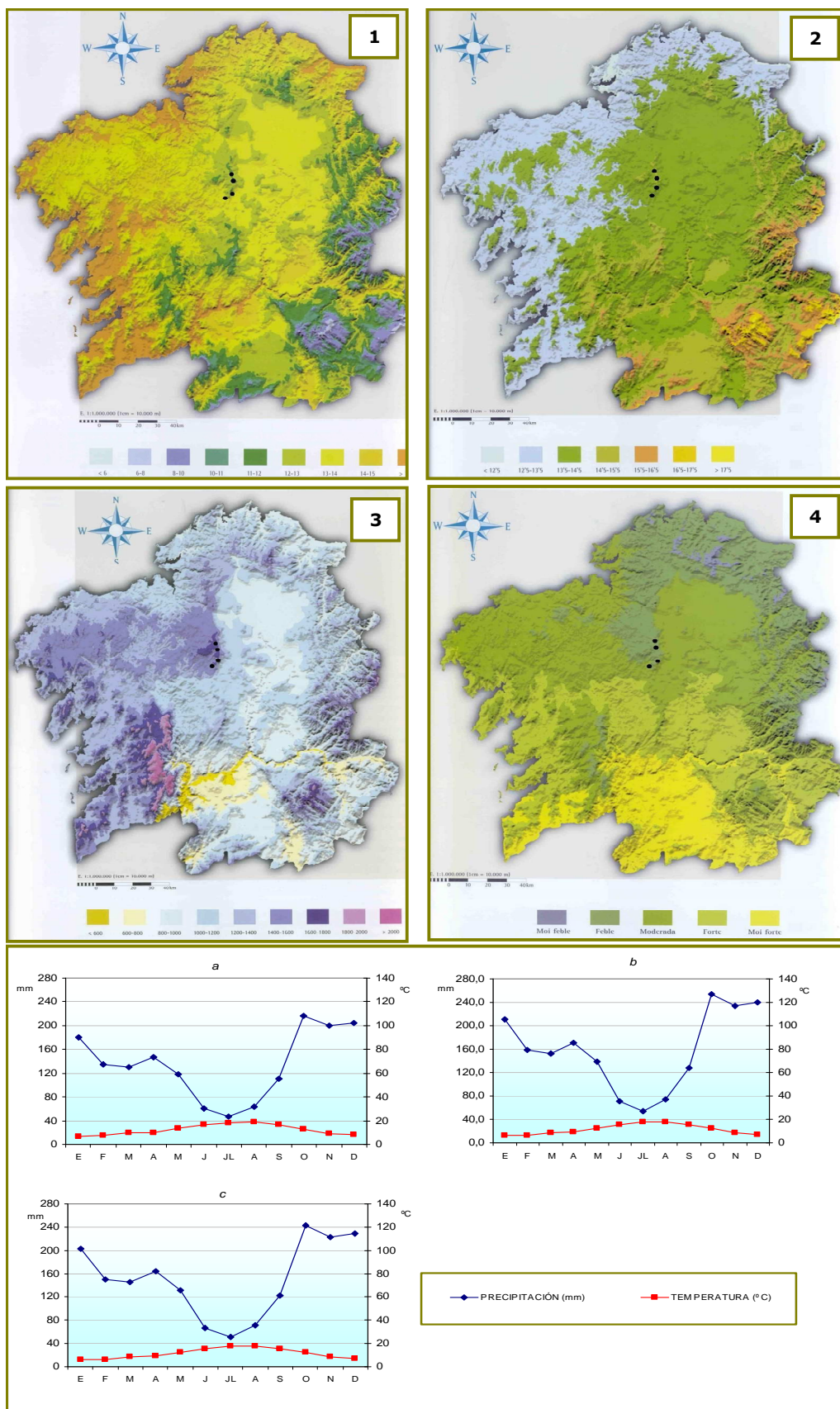


Figura 5: Localización zonas de estudio en los mapas del Atlas climatológico de Galicia (MARTINEZ CORTIZAS *et al.*, 2000) 1) Temperatura media anual 2) Amplitud térmica media anual 3) Precipitación anual acumulada 4) Estacionalidad pluviométrica. Diagramas Ombrotérmicos de Gausson para las parcelas de Melide y Orosa (a), Pena Armada (b), Hospital (c).

2.3.1.5. Comunidades estudiadas

Según la clasificación propuesta en la Memoria del Mapa de Series de Vegetación por RIVAS MARTÍNEZ, (1987) la zona objeto de estudio pertenece a la región biogeográfica o corológica Eurosiberiana, encontrándose concretamente en la Provincia Cantábrica (Cántabro-Atlántica), en el sector Galaico-Portugués, subsector Lucense, de acuerdo con el esquema de sectorización fitogeográfica de Galicia propuesto por IZCO y SÁNCHEZ , (1995), bien en el Chairego y Miñense según la XUNTA DE GALICIA, (2005), que se corresponde con el Chairego según RODRÍGUEZ GUTIÁN y RAMIL REGO (2008), que se presenta en la Figura 6.

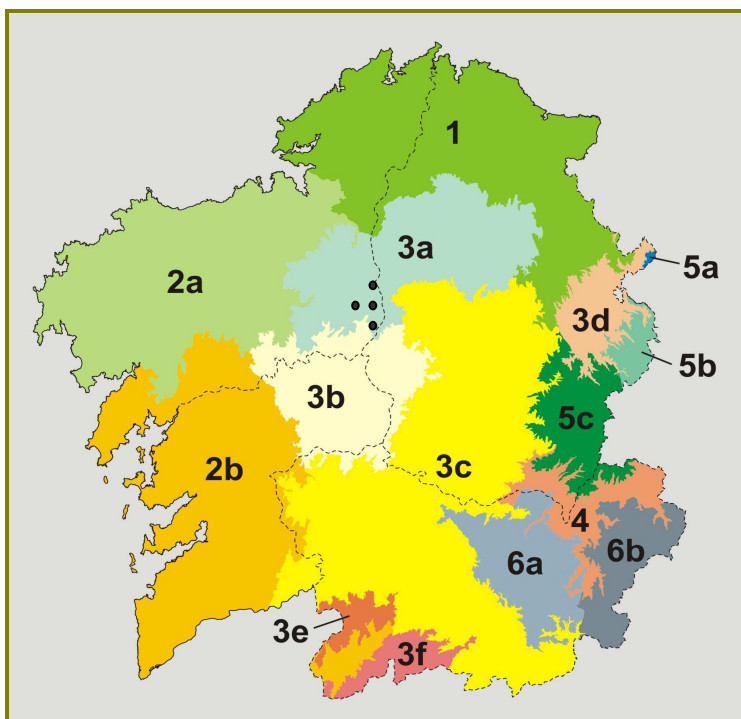


Figura 6: Unidades fitogeográficas de Galicia. (subsectores) **1a:** Cantábrico occidental; **2a:**Fisterrá; **2b:** Rias Baixas; **3a:** Chairego; **3b:** Ulloa - Deza; **3c:** Ourenzano-Lugués; **3d:** Naviego Sanabrés; **3e:** Peneda-Leboreiro; **3f:** Xuresiano, **4:** Valdeorrés-Berciano **5a:** Altonarceense; **5b:** Ancares; **5c:** Courelao; **6a:** Queixense; **6b:** Sanabrés. Modificada a partir de RODRÍGUEZ GUTIÁN y RAMIL REGO (2008).

Tomando como referencia los trabajos de RODRÍGUEZ OUBIÑA (1986), RIGUEIRO y SILVA-PANDO (1984), SOÑORA (1995), IZCO *et al.*, (1999), IZCO y AMIGO (2002), se realiza la caracterización de las comunidades estudiadas:

Brezal Seco Europeo de *Erica scoparia***Clase:** CALLUNO-ULICETEA Br.-Bl. & TÜXEN ex KLIKLA & HADAC 194**Orden:** *Ulicetalia minoris* QUANTIN 1935**Alianza:** *Ulicion minoris* MALCUIT 1929**Subalianza:** *Daboecienion cantabricae* RIVAS – MARTÍNEZ in RIVAS – MARTÍNEZ, BÁSCONES, T. E, DÍAZ, FERNÁNDEZ GONZÁLEZ & LOIDI 1991**Asociación:** *Ulici europaei-Ericetum scopariae* (RIGUEIRO & SILVA PANDO 1984) SILVA PANDO 1989Brezal Seco Europeo de *Erica vagans***Clase:** CALLUNO-ULICETEA Br.-Bl. & TÜXEN ex KLIKLA & HADAC 1944**Orden:** *Ulicetalia minoris* QUANTIN 1935**Alianza:** *Ulicion minoris* MALCUIT 1929**Subalianza:** *Daboecienion cantabricae* RIVAS – MARTÍNEZ in RIVAS – MARTÍNEZ, BÁSCONES, T. E, DÍAZ, FERNÁNDEZ GONZÁLEZ & LOIDI 1991**Asociación:** *Ulici europaei-Ericetum vagantis* GUINEA 1949Brezal húmedo de *Erica ciliaris*:**Clase:** CALLUNO-ULICETEA Br.-Bl. & TÜXEN ex KLIKLA & HADAC 194**Orden:** *Ulicetalia minoris* QUANTIN 1935**Alianza:** *Ulicion minoris* MALCUIT 1929**Subalianza:** *Daboecienion cantabricae* RIVAS – MARTÍNEZ in RIVAS – MARTÍNEZ, BÁSCONES, T. E, DÍAZ, FERNÁNDEZ GONZÁLEZ & LOIDI 1991**Asociación:** *Cirsio filipenduli – Ericetum ciliaris* BR.-BL., SILVA & ROZEIRA 1964

La clase CALLUNO-ULICETEA reúne los brezales, tojales o formaciones mixtas que se desarrollan preferentemente sobre suelos ácidos de gran parte de Europa occidental y algunos territorios lluviosos de la Península Tingitana (Norte de África). En la Península Ibérica la clase se extiende por las provincias Cántabro-Atlántica y Orocantábrica, de la región Eurosiberiana, así como también por las provincias Carpetano-Ibérico-Leonesa, Castellano- Maestrazgo-Manchega y Gadicano-Onubo-Algarbiense, de la región Mediterránea.

Las comunidades pertenecientes a esta clase, salvo excepciones, son una etapa serial avanzada de la degradación de los bosques clímax

correspondientes de la *Quercus-Fagetum* o *Quercetum ilicis*, en este caso *Vaccinio myrtilli-Quercetum roboris*.

Del conjunto de taxones que caracterizan esta clase en Galicia (IZCO y AMIGO, 2002) una importante representación se ha observado en las zonas estudiadas (DÍAZ VIZCAÍNO *et al.*, 2008).

Según el esquema de RIVAS MARTÍNEZ (1979), se reconoce sólo un orden: *Calluno Ulicetalia* (QUANTIN, 1935). La alianza *Ulicion minoris* Malcuit 1929, reúne los brezales y tojales que se distribuyen ampliamente por la superprovincia Atlántica, desarrolladas sobre suelos oligotróficos de mayor o menor grado de hidromorfía.

La subalianza *Daboecienion cantabricae* P. Dupont ex Rivas Martínez 1979, está constituida por los brezales y tojales desarrollados sobre suelos ranker o podsoles, más o menos húmedos, producto de la degradación avanzada de diversos bosques. Están distribuidas por los sectores Cántabro-Euskaldún, Galaico-Aturiano y Galaico-Portugués, sector este último donde contacta con la alianza *Ericion umbellatae* Br.Bl., Silva, Rozeira y Fontes 1952 ampl. Rivas Martínez 1979, más xerófila.

Asociación *Ulici europaei-Ericetum scopariae* (Rigueiro y Silva Pando, 1984; Silva Pando, 1989)

La descripción ha sido realizada por RODRÍGUEZ OUBIÑA (1986), en donde se cita como subasociación dentro de la asociación *Ulici europaei-Ericetum cinereae* Bellot, 1949.

Esta subasociación *Ericetosum scopariae* ha sido observada en las serpentinias de Leboreiro (Melide) (RIGUEIRO y SILVA PANDO, 1984), y su presencia se asocia a áreas con matiz climático de ligera mediterraneidad (IZCO y AMIGO, 2002).

Analizando la abundancia (cobertura) de las especies leñosas en estos matorrales DÍAZ VIZCAÍNO *et al.*, (2008), en relación con su caracterización estructural, encuentran que Ericáceas y Fabáceas fundamentalmente, ocupan

prácticamente todo el espacio, presentando escasa superposición, y que menos de un 5% es ocupado por herbáceas sin cobertura de leñosas.

De la distribución de la cobertura entre las leñosas resultan valores de diversidad y equitatividad elevados, así como valores muy bajos de dominancia, compartida casi por igual entre *Erica scoparia* L., su especie más característica y *Ulex europaeus* L., *Erica umbellata* L., *Ulex gallii* Planchon y *Calluna vulgaris* (L.) Hull (NAYA, 2006).

Estos valores de diversidad resultan más elevados aún cuando se analizan las frecuencias del conjunto de las especies, destacando además de las leñosas anteriormente mencionadas, *Agrostis canina* L., *Agrostis curtisii* Kerguélen, *Brachypodium retusum* (Pers.) Beauv., *Festuca* sp., *Anthyllis vulneraria* L. y *Carex panicea* L. entre las herbáceas más frecuentes en esta comunidad (NAYA, 2006).

Asociación *Ulici europaei-Ericetum vagantis* Guinea 1949

Esta asociación ha sido descrita por SOÑORA (1995) en su estudio de matorrales del área coruñesa del sector Galaico–Asturiano Septentrional.

Esta caracterización no abarca nuestra área de estudio, por lo que cabe la posibilidad de que la comunidad estudiada en el presente trabajo no se corresponda con dicha asociación; en cuyo caso o bien se trata de una nueva asociación aún no descrita para Galicia, o de una subasociación bien de *Ulici europaei-Ericetum scopariae* o de *Ulici europaei-Ericetum cinereae*.

En estos brezales secos DÍAZ VIZCAÍNO *et al.* (2008) encuentran que, en relación con su caracterización estructural, las especies leñosas ocupan prácticamente todo el espacio, Ericáceas y Fabáceas fundamentalmente, de modo que únicamente un 5% es ocupado por herbáceas sin cobertura de leñosas. *Ulex europaeus* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull y *Erica vagans* L., la más característica, son las especies más abundantes, seguidas de *Erica umbellata* L., *Erica cinerea* L., *Lithodora prostrata* (Loisel.) Grises., y de *Ulex gallii* Planchon, *Daboecia cantabrica* (Hudson) C. Koch y *Genista micrantha* Gómez Ortega .

De la distribución de la cobertura entre las leñosas resultan valores de diversidad y equitatividad también elevados, así como valores bajos de dominancia, en el contexto de los matorrales descritos hasta ahora en Galicia (BASANTA *et al.*, 1989; REYES *et al.*, 2000).

Estos valores resultan también más elevados aún cuando se analizan las frecuencias del conjunto de las especies destacando, además de las leñosas anteriormente mencionadas, entre las herbáceas *Brachypodium retusum* (Pers.) Beauv., *Centaurea jeneri* Gaells, *Agrostis canina* L., *Anthyllis vulneraria* L., *Festuca* sp., *Danthonia decumbens* (L.) DC. y *Carex panicea* L. entre las herbáceas más frecuentes (NAYA, 2006).

Asociación: *Cirsio filipenduli* – *Ericetum ciliaris*

Esta asociación ha sido descrita por RODRÍGUEZ OUBIÑA (1986). Se trata de un brezal-tojal de talla variable, que requiere cierta humedad edáfica para desarrollarse.

En relación con su caracterización estructural FERNÁNDEZ MONTES, (2001) encuentra que Ericáceas y Fabáceas fundamentalmente, ocupan prácticamente todo el espacio, presentando escasa superposición, y que menos de un 5% es ocupado por herbáceas sin cobertura de leñosas.

En la zona de estudio, entre las leñosas la especie más abundante en cuanto a cobertura es *Erica ciliaris* L., seguida de *Ulex gallii* Planchon, *Erica umbellata* L., *Erica cinerea* L. y *Erica tetralix* L.

Estos brezales suelen situarse en suelos profundos de ladera, alternándose con *Ulici europaei-Ericetum cinerae*; la exposición suele determinar la posición de una y de otra, situándose ésta última frecuentemente en solana mientras que la primera se localiza en umbría. La presencia de *Cirsium filipendulum* Lange entre las herbáceas es variable (RODRÍGUEZ OUBIÑA, 1986).

Las tres comunidades han sido estudiadas por FERNÁNDEZ MONTES (2001), que realizó su caracterización estructural y composición de leñosas, así como su asignación a modelos de combustible, y por FERNÁNDEZ BERMÚDEZ (2002), DÍAZ

VIZCAÍNO *et al.*, (2003), NAYA (2006), IGLESIAS (2008) y DÍAZ VIZCAÍNO *et al.*, (2008), quienes analizaron su composición, abundancia específica y dinámica tras incendio a corto y medio plazo.

El establecimiento de una red europea de áreas de conservación de la biodiversidad, la Red Natura 2000, constituye el principal objetivo de la Directiva Hábitats europea (DC 92/43 CEE), cuya transposición a la normativa estatal queda recogida en el Real decreto 1997/1995 de 7 de diciembre. En la actualidad la Red Natura 2000 europea está prácticamente definida, encontrándose ya aprobados por parte de la Comisión Europea la relación de los Lugares de Interés para la Conservación (LIC) presentada por los estados miembros para cada Región Biogeográfica, y más concretamente los de la región atlántica (Decisión de la Comisión de 7 de diciembre de 2004, Diario Oficial de la Unión Europea de 29 de diciembre de 2004), entre los cuales se encuentra.

Según la Directiva Hábitats, se define hábitat natural como la “zona terrestre o acuática diferenciada por sus características geográficas, abióticas y bióticas, tanto si son enteramente naturales como seminaturales”. La Directiva recoge en su anexo I, una lista de hábitats específicos de especial interés de conservación a nivel europeo, unidades de vegetación referidas como “tipos de hábitats”. A cada hábitat se le asigna un código de cuatro dígitos que se corresponden con los dígitos Natura; cuando aparece el símbolo (*), el hábitat es de carácter prioritario.

Los tipos de hábitats recogidos en dicho Anexo aparecen clasificados en 9 grandes grupos, de éstos, cuatro de ellos se encuentran en la zona de estudio (Serra do Careón). A continuación se indican en la Tabla 4 los códigos de cada tipo de hábitat presente en la zona, según la Directiva Hábitat y EUR/15 (1999), y en la Tabla 5 se recoge una breve descripción incluida en el manual de biotipos EUR/15 (1999) para los hábitats presentes.

En la Figura 7 se presentan las unidades ambientales del LIC “Serra do Careón”.

Tabla 4: Grupos de hábitats del área de estudio incluidos en la Directiva Hábitats y su correspondientes código EUR/15 (1999). (●) hábitats presentes en la zona de estudio.

DIRECTIVA HÁBITATS		CÓDIGO	HÁBITATS NATURALES	CODIGO (MANUAL BIOTOPOS EUR/15 (1999))	
1					
2			Dunas marítimas y continentales		
3			Hábitats de agua dulce	2	●
	3170		*Estanques temporales mediterráneos	22.3418	●
4			Brezales y matorrales de zona templada	3	●
	4020		*Brezales húmedos atlánticos de zonas templadas de <i>Erica ciliaris</i> L. <i>Erica tetralix</i> L.	31.12	●
	4030		Brezales secos europeos	31.2	●
5			Matorrales esclerófilos	3	
6			Formaciones herbosas naturales y seminaturales	3	
7			Turberas altas, turberas bajas (Fens y Mires) y Áreas pantanosas	5	
8			Hábitats rocosos y cuevas	6	●
	8230		Roquedos silíceos con vegetación pionera de <i>Sedo-Scleranthion</i> o de <i>Sedo- albi-Veronicion dillenii</i> .	62.3	●
9			Bosques	4	●
	91E0		*Bosques aluviales de <i>Alnus glutinosa</i> y <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)	44.3	●
	9230		Robledales galaico-portugueses con <i>Quercus robur</i> y <i>Quercus pyrenaica</i>	41.611	●

Tabla 5: Descripción de los hábitats presentes en la zona de estudio, según EUR/15 (1999).

Código	INTERPRETACIÓN
2	Hábitats de aguas no marinas
22.3418	Comunidades anfibias mediterráneas de pequeñas herbáceas. Otras, a menudo altamente efímeras, comunidades anuales de terrenos húmedos o temporalmente inundados.
3	Matorrales y praderas
31.12	Brezales húmedos meridionales. Brezales húmedos con <i>Erica tetralix</i> L. y <i>Erica ciliaris</i> L., y <i>Sphagnum</i> .
31.12	Brezales secos <i>Calluno-Ulicetea</i> . Brezales mesófilos o Xerófilos sobre suelos silíceos podsólico en climas húmedos atlánticos y sub-Atlánticos de zona e montaña.
6	Hábitats rocosos de interior, desprendimientos y arenales
62.3	Pavimentos. Pavimentos casi desnudos y "lapiaz". Grietas y áreas superficialmente alteradas que pueden ser colonizadas por comunidades asociadas, en particular por <i>Sedo-Scleranthion</i> , <i>Alyso-Sedion albi</i> o <i>Sedo albi-Veronicion dillenii</i> .
4	Bosques
44.3	Bosques aluviales de fresno-aliso medio europeo. <i>Alno-Padion</i> P. (<i>Fraxino-Alnion glutinosae</i>). Bosques riparios de <i>Fraxinus excelsior</i> y <i>Alnus glutinosa</i> , a veces <i>A. incana</i> , de media Europa y tierras del norte Ibérico o en cursos de aguas de montaña, en suelos periódicamente inundados por subidas anuales del nivel del río, pero, por otra parte, bien drenados y aireados durante el nivel bajo del agua; se diferencia de los bosques riparios de aliso incluidos en 44.9, por la alta representación de las especies forestales en el estrato dominante, incapaces de desarrollarse en suelos permanentemente anegados.
41.611	Bosques de <i>Quercus pyrenaica</i> sub-Atlánticos ibéricos. Bosques de <i>Quercus pyrenaica</i> de montañas Orensano-Sanabriense y Leonesas, y del Oeste del Sistema Central.

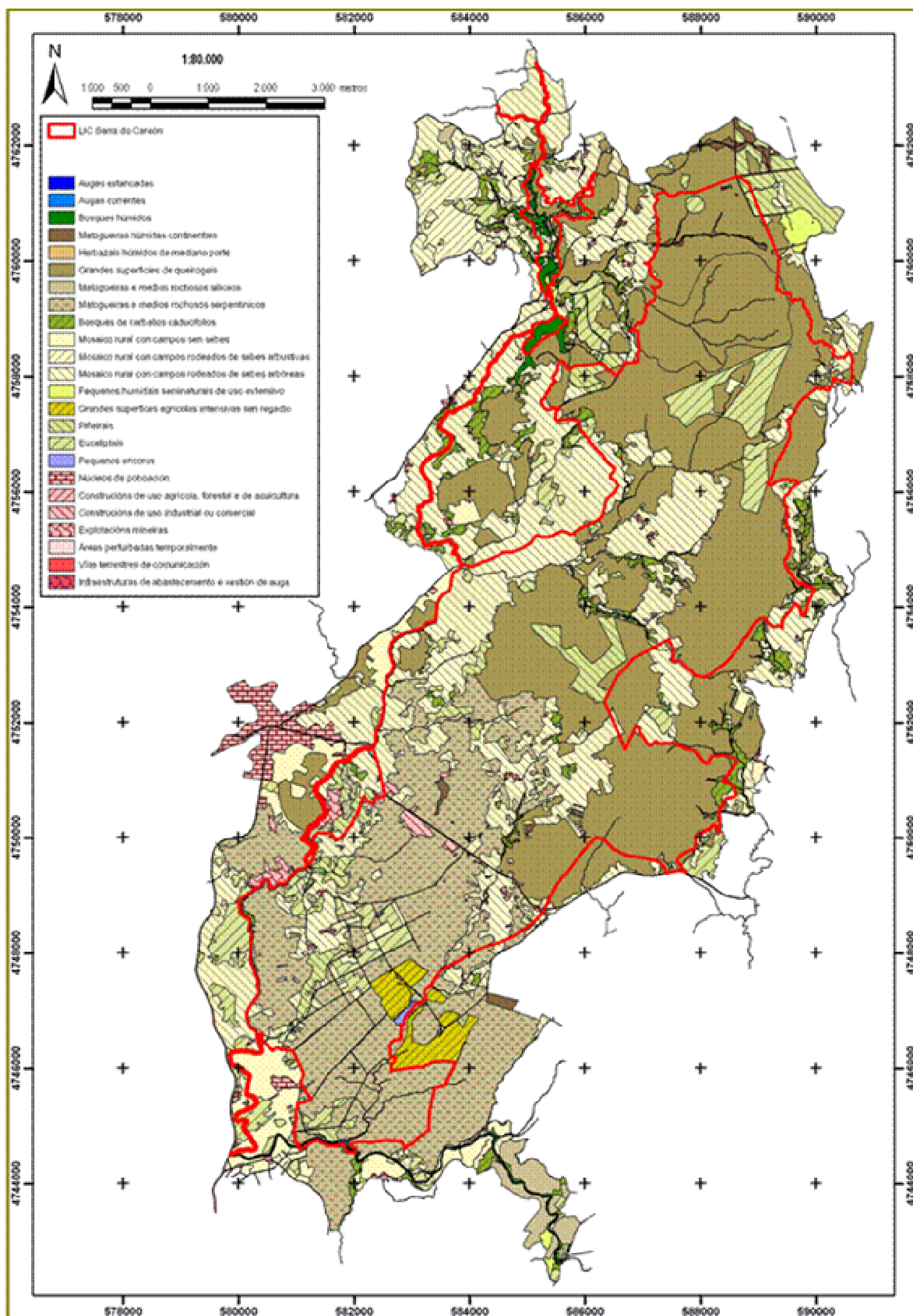


Figura 7: Unidades ambientais del LIC Serra do Careón (RAMIL *et al.* 2008). Los brezales secos de *E. scoparia* y de *E. vagans* están incluidos en las unidades: “Matogueiras e medios rocosos serpentínicos” y “Grandes superficies de queirogais” .

2.3.1.6. Localidades estudiadas

Para la realización del estudio se han seleccionado para cada uno de los tipos de matorral estudiados dos parcelas quemadas recientemente, con similares características en cuanto a estructura, composición y desarrollo previo al incendio, así como topográficas y edáficas; y cuyo seguimiento permitiese abarcar la dinámica de la comunidad a corto plazo (1-2 años).

En la Tabla 6 se resumen las principales características de cada una de ellas, y en la Figura 8 se muestra su localización.

Tabla 6: Características de las localidades de estudio.

LOCALIDAD	COORDENADAS UTM X, Y	ALTITUD	PENDIENTE	INCENDIO	TIPO DE MATORRAL
Melide	583717,35 4749965,09	460 m	Nula	Abril 2004	Brezal seco de <i>E. scoparia</i>
Orosa	586457,90 4749776,52	540 m	Muy escasa	Octubre 2004	
Pena Armada	589604,87 4759614,99	760 m	Muy escasa	Octubre 2004	Brezal seco de <i>E. vagans</i>
Hospital	589214,13 4756343,40	710 m	Muy escasa	Abril 2004	

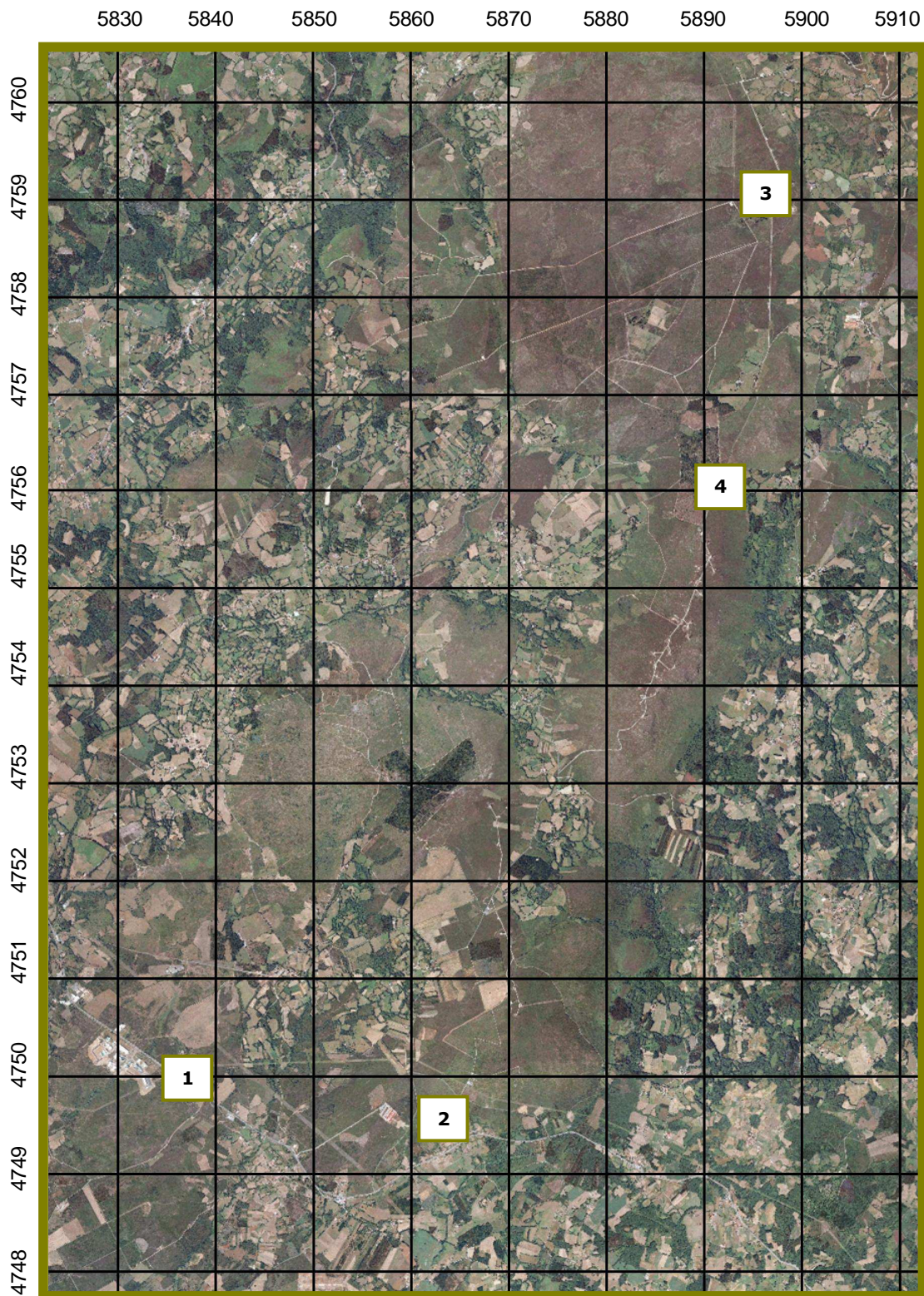


Figura 8: Localización de las parcelas estudiadas sobre fotografías aéreas del terreno, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, MEDIO RURAL Y MARINO (2010). 1) Melide. 2) Orosa 3) Pena Armada 4) Hospital.

2.3.2. MÉTODOS

2.3.2.1. Estudio del banco de semillas *in situ*

La metodología empleada para evaluar *in situ* la composición y dinámica del banco de semillas edáfico tras incendio se ha basado en el denominado método indirecto, que consiste en la extracción, recuento e identificación periódica de las plántulas emergidas tras germinación en parcelas permanentes de estudio (THOMPSON *et al.*, 1997). Este método es el más habitual en este tipo de estudios, si bien en la mayoría de los casos el recuento e identificación de plántulas se realiza en el laboratorio.

Para ello, en cada localidad de muestreo, en septiembre y octubre de 2004, se establecieron parcelas permanentes de 5x5 m, en cada parcela se establecieron líneas longitudinales (rumbos) paralelos entre sí, equidistantes y perpendiculares a la línea de pendiente, para evitar su coincidencia con parámetros edáficos que pudiesen influir en el desarrollo de la vegetación. Tomando como referencia estos rumbos se situaron con regularidad en cada una 20 cuadrados permanentes de 20x20 cm, cada uno de ellos dividido en cuatro de 10 x 10 cm que constituye la unidad de muestreo. En total para las localidades de Melide y Orosa se muestrearon 32 cuadrados permanentes lo que supone una superficie de 1280 cm² y para las localidades de Pena Armada y Hospital 20 cuadrados permanentes y un total de 800cm². En el trabajo de NAYA (2006) se evalúa metodológicamente el número de muestras necesario para un muestreo adecuado de la comunidad.

Los muestreos se realizaron con una periodicidad estacional recogiendo, en una pequeña bolsa de plástico convenientemente etiquetada todas las plantas de cada cuadrado con ayuda de una pinza, procurando retirar toda la plántula y evitando retirar tierra, para su traslado al laboratorio y posterior identificación. De esta forma se obtiene información sobre el número de plántulas de cada especie que se desarrollan a lo largo del tiempo, en cada unidad de muestreo y en cada comunidad.

Para la identificación de las plántulas se ha realizado su comparación macroscópica y microscópica con el herbario de plantas de cada comunidad elaborado previamente a partir de los inventarios correspondientes a los

diferentes estudios realizados en el área de estudio (FERNÁNDEZ MONTES (2001), FERNÁNDEZ BERMÚDEZ (2002), DÍAZ VIZCAÍNO *et al.*, (2003), NAYA (2006), IGLESIAS (2008) y DÍAZ VIZCAÍNO *et al.*, (2008). Además, se ha elaborado un herbario de plántulas, disponible en el Departamento de Botánica (campus de Lugo) de esta Universidad, en el que se ha realizado este trabajo.

Para la identificación de las especies se ha seguido a TUTIN *et al.*, (1964 - 1980), CASTROVIEJO *et al.* (1999), GARCÍA ROLLÁN (1996) y AIZPURU *et al.* , (1999).

2.3.2.2. Estudio del banco de semillas *ex situ*

El estudio del banco de semillas *ex situ* se ha realizado también en las tres comunidades de matorral estudiadas: el brezal húmedo de *E. ciliaris*, el brezal seco de *E. scoparia* y el brezal seco de *E. vagans*, estudiando en cada una de ellas una zona o localidad recientemente quemada y otra no (control). Teniendo en cuenta que el fuego se ha producido en verano, el muestreo del banco se ha realizado en el otoño del mismo año.

En cada comunidad se situaron dos parcelas experimentales de 5 x 5 metros, una quemada y otra sin quemar o control.

Las muestras de suelo se recogieron con una sonda cilíndrica de 7 cm de diámetro y 12 de profundidad. Se tomaron 25 puntos de muestreo en cada una de las parcelas, próximos a los bordes y separados 0,5 metros entre sí. En cada uno de los puntos se recogieron dos muestras contiguas. En total supone que se han recogido 50 muestras por parcela y 100 por comunidad (quemado y control).

Cada una de las muestras extraídas con la sonda se dividió en tres partes en el eje vertical, obteniendo así tres horizontes diferentes en función de la profundidad: de 0 a 2 cm, de 2 a 5 cm y de 5 a 12 cm. El horizonte más profundo se desechó por considerar que su aporte al banco de semillas del suelo es muy

bajo, en suelos sin remoción, como los estudiados, el banco de semillas suele concentrarse en los estratos más superficiales (ROBERTS, 1981; SIMPSON *et al.*, 1989). En este sentido, PIERCE y COWLING (1991) han mostrado además que enterramientos a una profundidad superior a 5 cm reducen drásticamente las tasas de germinación en comunidades de matorral. Finalmente, se han estudiado los horizontes de 0 a 2 cm y el 2 a 5 cm por separado. Cada una de las submuestras se etiquetó y se transportó al laboratorio en bolsas de plástico separadas.

Ya en el laboratorio, cada una de las submuestras se colocó sobre papel y se dejó secar al aire durante dos días. El suelo se limpió de piedras y restos vegetales, homogeneizándolo. Tras el secado y la homogenización, cada una de las submuestras se introdujo en un alveolo de superficie cuadrada de 6 cm de lado y 5 cm de altura de una bandeja de poliestireno. Los alveolos estaban previamente perforados para permitir el drenaje del agua de riego.

Cada una de las bandejas de poliestireno se colocó a su vez en bandejas de borde alto, con un par de hojas de papel en el fondo para retener el agua y evitar la desecación de las muestras, en las que se incorporaba regularmente agua destilada. Las bandejas se colocaron en un fitotrón disponible en el RIAIDT (Rede de Infraestructuras de Apoio á Investigación e ao Desenvolvemento Tecnolóxico) del *campus* de Lugo, en la que se simulan las condiciones óptimas en primavera o verano, cuando se producen la mayoría de los incendios, manteniéndolas a una humedad relativa del 80%, intercalando condiciones de luz (16 horas), y de oscuridad (8 horas), con unas temperaturas de 24° C - 25° C y 15° C - 16° C respectivamente.

Se ha procurado mantener en todo momento las condiciones óptimas de germinación, para evitar así una infraestima del banco de semillas (LEK *et al.*, 1989), siguiendo criterios de otros estudios de germinación cuyas temperaturas oscilan en torno a 20°-23° C (WHITTAKER y GIMINGHAN, 1962; FLOYD, 1966; KEELEY, 1987; TRABAUD y OUSTRIC, 1989).

En total se analiza el ha estudiado el banco en tres comunidades diferentes, y en cada una de ellas una localidad quemada y otra no quemada, lo que supone 6 variantes diferentes, en cada una de las cuales se estudian unas 50 muestras, que a su vez se dividen en dos horizontes.

Cada una de las muestras supone un volumen de 192 cm³. Cada variante, en la que se evalúan 50 muestras equivale por lo tanto a 9.621 cm³ (casi 10.000 cm³ por localidad). En total, el estudio de las seis variantes suma un total de 57.727 cm³ de suelo estudiado.

De los diferentes métodos de estima del banco de semillas se escogió el propuesto por HARPER (1977), TRABAUD (1987a) y ZAMMIT y ZEDLER (1988) entre otros, contando e identificando las plántulas en cuanto emergen, ya que nos ofrece una estima del número de semillas viables, que son las que pueden iniciar la regeneración vegetal tras el incendio u otra perturbación. Se hace un estudio comparativo de los diferentes métodos de estima del banco de semillas en el trabajo de GROSS (1990). La identificación de las especies se ha realizado siguiendo la obra de TUTIN *et al.* (1964-1980), CASTROVIEJO *et al.* (1999) y AIZPURU *et al.*, (1999).

La toma de datos se realizó anotando el número de plántulas emergentes en cada alveolo. Durante los tres primeros meses los recuentos se realizaban cada dos días, espaciándolos a una periodicidad semanal cuando las germinaciones disminuyeron. Cuando las germinaciones se ralentizaron, se removió el suelo en cada alveolo para facilitar la germinación de las semillas más enterradas. Para la elaboración de los resultados, los datos de los sucesivos recuentos se presentan acumulados, de manera que hasta los seis meses se agrupan mensualmente y después de seis en seis meses.

Tras la emergencia de las plántulas, se permitió su crecimiento hasta que presentaran alguna característica que permitiera su identificación, como la formación de la primera hoja normal, siendo en este momento cuando las plántulas de cada uno de las especies se arrancaron cuidadosamente y se anotaron como emergidas. En algunos casos, como en las especies del género *Erica*, las plántulas presentaban dificultades para su identificación, ya que en fases tempranas son muy similares. Se podían reconocer características diferenciadoras, pero no asignar a cada grupo de individuos similares el nombre de una especie. En estos casos se asignó un código a cada grupo y de cada uno de estos grupos tipo se dejó crecer algún individuo sin extraer, marcado y anotado, de manera que más adelante se pudo asignar en base a estos individuos que se dejaron crecer una especie a cada uno de los grupos tipo. Para facilitar esta labor, además se sacaron fotos de las plántulas, comparándolas con el material obtenido en la parcela control en el campo y se

recogieron y guardaron prensados todos los individuos recogidos en cada muestreo, lo que permitió revisarlos cuando se consideró necesario. Además, se realizó un herbario y una ficha con una breve descripción morfológica de cada una de las especies. Toda la metodología empleada para el seguimiento del banco se basó en trabajos anteriores realizados en el mismo equipo de investigación (CASCUDO, 1997; IGLESIA *et al.*, 2000; NAYA, 2006).

2.3.2.3. Tratamiento de datos

Los datos del banco de semillas *in situ* y *ex situ* se han tratado de manera similar. El número de plántulas germinadas de cada especie para cada una de las muestras a lo largo del tiempo se ha recogido en unas plantillas y estos datos se han volcado en una hoja de cálculo para obtener los datos referidos a la unidad de superficie, además de los estadísticos descriptivos habituales (SOKAL y ROHLF, 1979; MONTGOMERY *et al.*, 2002) que se reflejan en las correspondientes tablas y figuras. Los resultados se presentan de manera global y por grupos de especies, considerando, las familias más características, así como una agrupación de las especies herbáceas en función de su carácter de anuales o perennes, en figuras que presentan la dinámica de la emergencia a lo largo del tiempo.

Para conocer la distribución de las especies según su abundancia, y para poder comparar los cambios en la riqueza y abundancia específica en los sucesivos muestreos se han elaborado las correspondientes gráficas de rango abundancia según el modelo de distribución de la serie logarítmica (MAGURRAN, 1989), al que se ajustan numerosas comunidades estudiadas en Ecología (MARTÍN PIERA, 1997).

Esta misma hoja de cálculo se ha utilizado para obtener las variables que se sometieron a análisis estadístico. Las técnicas estadísticas utilizadas en el estudio del banco se han basado en la comparación de medias, previa verificación del ajuste de los datos a la distribución normal, y transformación logarítmica cuando era necesario; casi siempre pruebas T (SOKAL y ROHLF, 1979), ya que las comparaciones se realizaron en todos los casos dos a dos: quemado frente a no quemado o estrato superior frente a estrato inferior del suelo. Este procedimiento de análisis de datos en estudios de bancos de semillas es bastante habitual (ZAMMIT y ZEDLER, 1988; FERRANDIS *et al.*, 1996;

VALBUENA *et al.*, 2000; AULD y DENHAM, 2006; MESGARAN *et al.*, 2007; WILLS y READ, 2007; BUHK y HENSEN, 2008; GONZÁLEZ y GHERMANDI, 2008; MAREN y VANDVIK, 2009).

Para la realización de estos análisis se ha utilizado el paquete estadístico SPSS para Windows, versión 14.0, con la licencia de la USC.

El índice de similitud entre comunidades se ha calculado la fórmula de Sorensen:

$$Iss = \frac{2C}{(A+B)} \times 100$$

Donde:

Iss = Índice de similitud de Sorensen

A = Número de especies de la muestra A

B = Número de especies de la muestra B

C = Número de especies en común



2.4. RESULTADOS

2.4.1. Banco de semillas *in situ*

Los resultados correspondientes al estudio *in situ* del banco de semillas se presentan en las localidades estudiadas en cada una de las dos comunidades; en el brezal seco de *Erica scoparia* se ha realizado el seguimiento de las localidades de Melide y Orosa, mientras que en el brezal seco de *Erica vagans*, se han estudiado las de Pena Armada y Hospital.

En cada una de las localidades se presentan las Figuras correspondientes al seguimiento de la germinación acumulada en el tiempo del estudio (plantas/m²), así como a la contribución de cada uno de los grupos de especies considerados, analizados teniendo en cuenta tanto las diferentes familias, distinguiendo las especies Leñosas (Ericáceas y Fabáceas) de las Herbáceas (Asteráceas, Fabáceas, Poáceas y Otras familias), como el carácter de Anuales o Perennes en el caso de las Herbáceas.

Se presentan también para cada una de las localidades los diagramas de rango – abundancia correspondientes a cada uno de los muestreos realizados. Además, en las Tablas 1 a 4 del Anexo de datos se presentan los datos brutos de germinación correspondientes a cada especie y a los diferentes grupos de especies considerados, en cada uno de los muestreos; para la nomenclatura de las especies se siguen las obras de CASTROVIEJO *et al.*, (1999) y AIZPURU *et al.*, (1999) y los nombres científicos se presentan en dichas tablas.

Además, en las Tablas 11 a 14 del Anexo de datos se presentan los datos de frecuencia obtenidos por NAYA (2006) en el estudio de la dinámica de la regeneración tras fuego en las localidades de Orosa y Hospital, en seguimiento a medio y corto plazo.

2.4.1.1. Brezal Seco de *Erica scoparia*:

En la parcela de Melide, con una germinación total de 1175 plantas/m² las primeras germinaciones se han registrado a los nueve meses después del incendio, y continúan produciéndose hasta el final del estudio, presentando un máximo transcurrido el primer año del incendio (Figura 9).

Entre las Leñosas, las Ericáceas presentan una germinación continuada, siendo el grupo más importante cuantitativamente, y presentando un máximo destacable en torno al primer año y medio tras el incendio. Las Fabáceas germinan al principio de la sucesión, detectándose posteriormente de forma residual, y siendo su aportación cuantitativamente menor. En cuanto a las Herbáceas, presentan una germinación más continuada en el caso de las Perennes que en el de las Anuales; estas últimas son proporcionalmente más importantes el primer año tras incendio que el segundo, siendo las Fabáceas el principal grupo, seguido del de Otras herbáceas, Asteráceas y Poáceas.

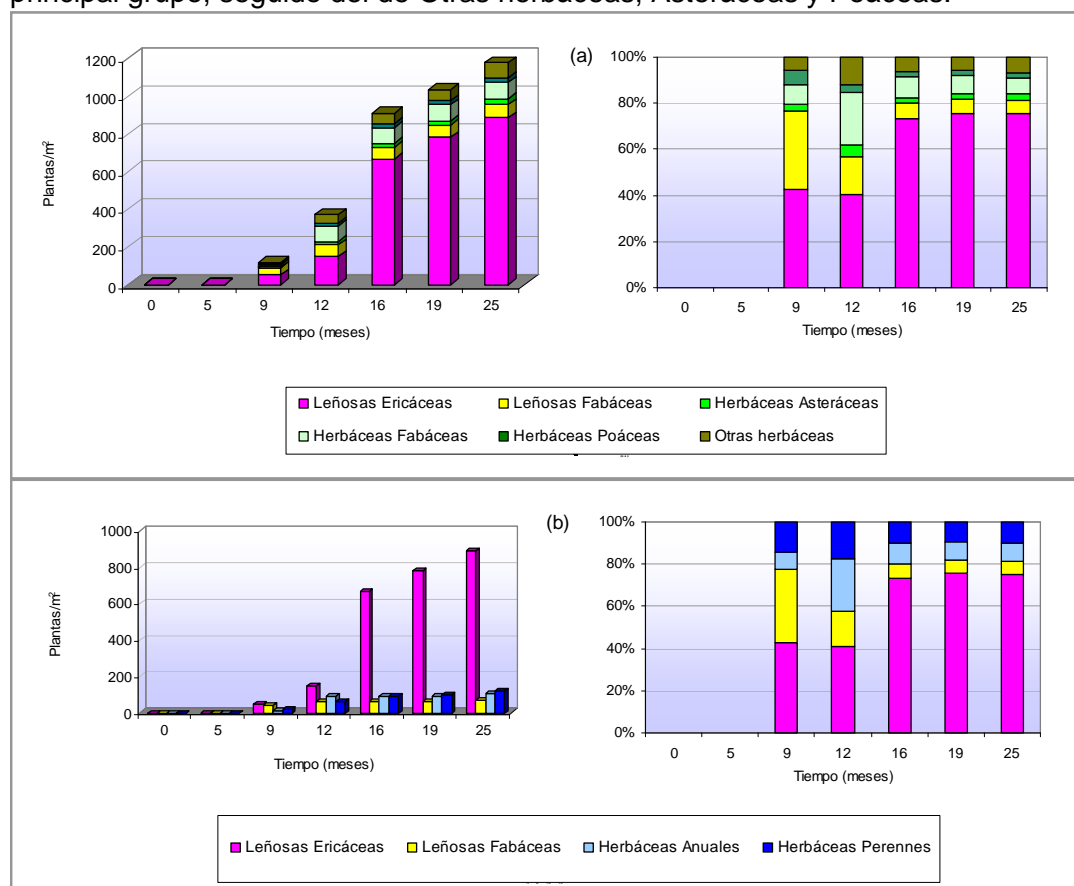


Figura 9: Distribución temporal acumulada de la germinación (datos brutos y porcentuales) de los diferentes grupos de especies Leñosas (Ericáceas y Fabáceas) y Herbáceas (a: Asteráceas, Fabáceas, Poáceas y Otras herbáceas y b: Anuales y perennes) en el Brezal Seco de *Erica scoparia*, localidad de Melide.

Los diagramas de rango – abundancia (Figura 10) muestran además la considerable riqueza específica de las germinaciones que se producen en la sucesión tras incendio, entre las cuales un escaso número de leñosas (Ericáceas y Fabáceas) son abundantes o muy abundantes a lo largo del tiempo, únicamente tres herbáceas alcanzan estos niveles un año después del incendio; mientras que la mayoría presentan una abundancia media – baja. También se observan los principales cambios en la abundancia específica a corto plazo; el predominio inicial entre las Leñosas de las Fabáceas (*Ulex* sp.) y posterior de las Ericáceas (*Calluna vulgaris*, *Erica cinerea*, *Erica umbellata*, *Erica scoparia*). Las Herbáceas, que aparecen de forma continuada, reúnen un importante número de especies cuya abundancia es menor.

Las especie con mayor aporte en la parcela de Melide es claramente *E. umbellata* por encima de cualquier otra. A continuación y también pertenecientes a las Leñosas Ericáceas *E. scoparia* y *C. vulgaris* son importantes aunque en menor medida. Entre las Fabáceas *Ulex* sp, también es importante cuantitativamente.

Las Herbáceas tienen una importancia cuantitativamente menor en esta localidad y dentro de ellas destacan *Lotus hispidus* y *Ornithopus perpusillus* ambas especies del grupo de las Fabáceas. Otros grupos de Herbáceas como las Asteráceas y Poacéas están representadas por varias especies diferentes pero con escaso aporte,

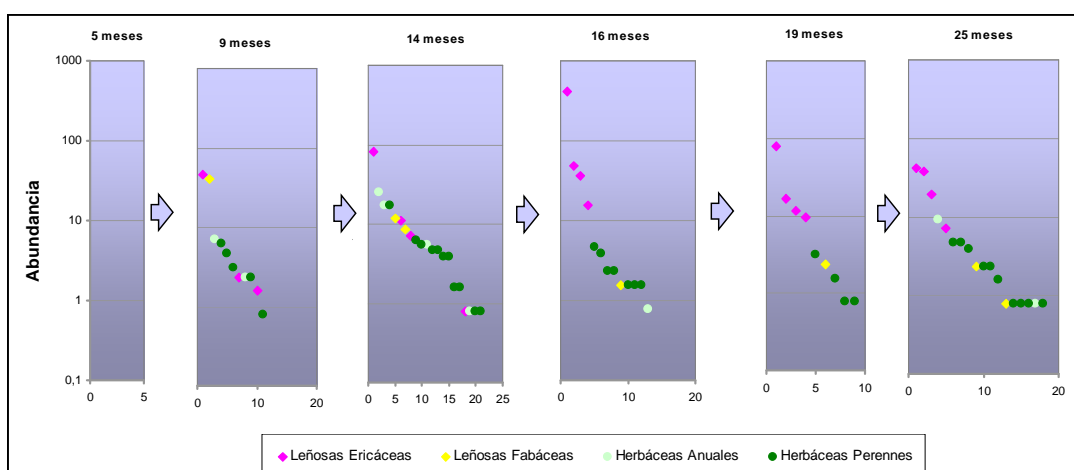


Figura 10: Serie temporal de diagramas de rango – abundancia correspondientes a la germinación de las diferentes especies en el Brezal Seco de *Erica scoparia*, localidad de Melide.

En la parcela de Orosa (Figura 11), con una germinación total de 980 plantas/m² las primeras germinaciones se detectan en la primavera siguiente al incendio y continúan produciéndose hasta el final del estudio, presentando también un máximo a partir del primer año. Entre las Leñosas, tanto Fabáceas (*Ulex* sp.) como Ericáceas (*C. vulgaris*, *E. cinerea*, *E. umbellata*, *E. scoparia*) presentan una germinación concentrada en el tiempo, al principio las primeras y en torno al primer año las segundas. Las Herbáceas sí que presentan una germinación continuada, con valores máximos a partir del primer año, constituyendo el grupo cuantitativamente más importante, tanto el de las anuales como el de las perennes; siendo entre ellas las Fabáceas el principal grupo, seguido del de Otras herbáceas, Poáceas y Asteráceas.

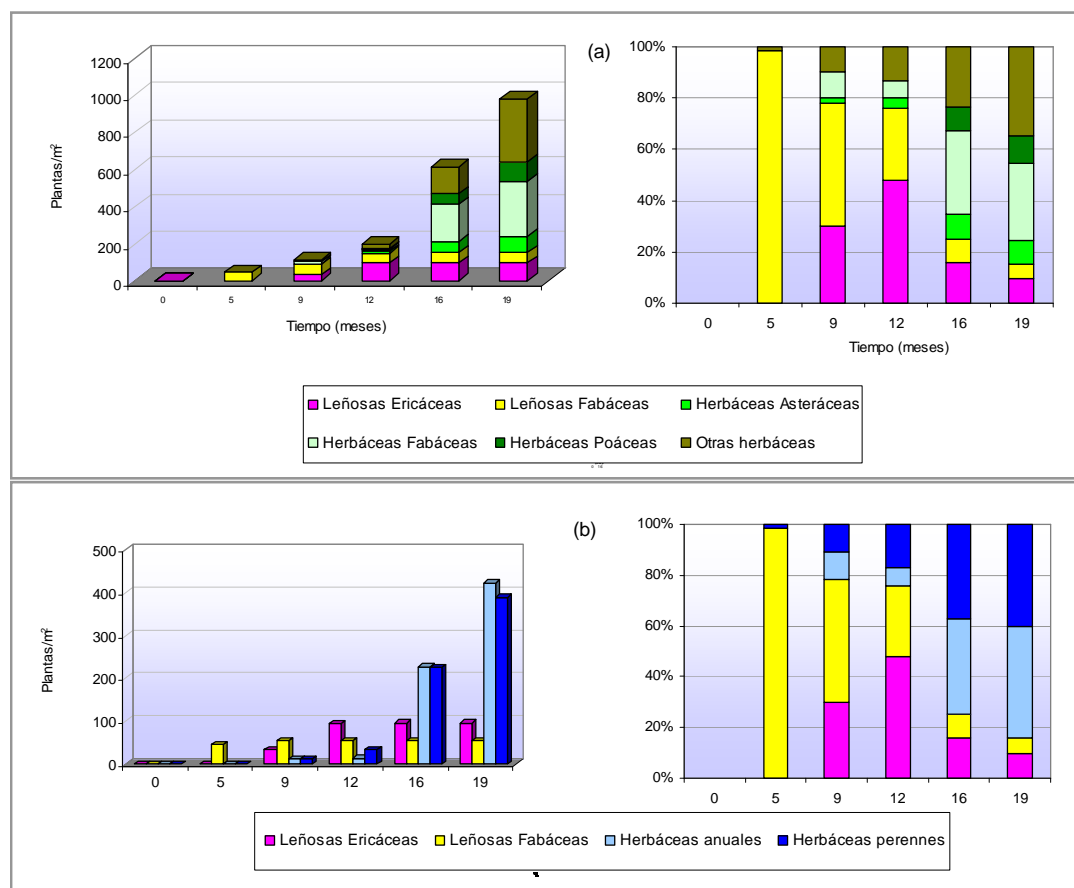


Figura 11: Distribución temporal acumulada de la germinación (datos brutos y porcentuales) de los diferentes grupos de especies Leñosas (Ericáceas y Fabáceas) y Herbáceas (a: Asteráceas, Fabáceas, Poáceas y Otras herbáceas y b: Anuales y perennes) en el Brezal Seco de *Erica scoparia*, localidad de Orosa.

Estos cambios quedan reflejados en la serie de diagramas de rango – abundancia (Figura 12) que reproducen las principales tendencias detectadas en la otra localidad estudiada (Melide), con pequeñas variaciones temporales, mostrando además una mayor riqueza específica, a lo que contribuyen sobre todo las Herbáceas, que predominan claramente a partir del primer año tras incendio, y después del dominio de las leñosas Fabáceas y Ericáceas en los primeros meses. Dentro de las especies Herbáceas tanto las Anuales como las Perennes aparecen representadas, si bien las Anuales tienden a ocupar los puestos más altos del rango, indicando así su mayor abundancia, frente a las Perennes.

Las especies predominantes en la localidad de Orosa son *C. vulgaris* y *E. scoparia* dentro de las Leñosas Ericáceas, con presencia además de *E. umbellata* y *E. cinerea*, las Leñosas Fabáceas están representadas únicamente por *Ulex* sp,

Entre las Herbáceas destacan Fabáceas como *Trifolium campestre* y otras especies del género como *Trifolium striatum* y *Trifolium strictum* así como *Lotus corniculatus* y *Lotus hispidus* También es reseñable el aporte de Otras herbáceas como *Daucus carota* y *Linum trigynum*, y dentro de las Asteráceas sobre todo *Scorzonera humilis*.

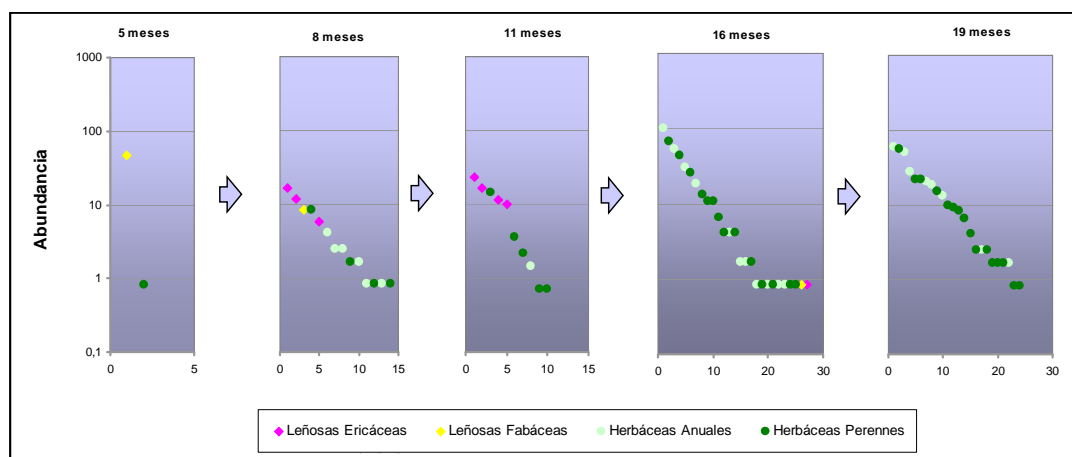


Figura 12: Serie temporal de diagramas de rango – abundancia correspondientes a la germinación de las diferentes especies en el Brezal Seco de *Erica scoparia*, localidad de Orosa.

Las dos localidades estudiadas correspondientes al brezal seco de *Erica scoparia* muestran patrones comunes en cuanto a la riqueza y distribución temporal de la germinación de las especies leñosas, las Fabáceas antes que las

Ericáceas. Se ha verificado la germinación de la práctica totalidad de las especies características, entre las cuales destaca por su importancia cuantitativa *E. umbellata* en la parcela de Melide, con 657 plantas/m², lo que representa un 56% de las semillas germinadas.

También se observan patrones comunes en la distribución temporal de la germinación de las Herbáceas, aunque difieren en cuanto su abundancia; comprobándose la germinación de la mayor parte de las especies Herbáceas características de la comunidad, así como de otras, entre las que destacan numerosas Anuales. A esta riqueza específica contribuyen, además de Herbáceas características de la comunidad, algunas ampliamente distribuidas como *Agrostis capillaris*, *Agrostis curtisii*, *Avenula sulcata*, *Hypochoeris radicata*, *Polygala vulgaris*, *Potentilla erecta*; otras más específicas como *Filipendula vulgaris*, *Brachypodium retusum*, *Centaurea janerii*, *Scorzonera humilis*, *Serratula tinctoria*, un considerable número de especies anuales características de pastos xerofíticos (*Asterolinum linum-stellatum*, *Euphorbia exigua*, *Linum trigynum*, *Ornithopus perpusillus*, *Trifolium striatum*, *Radiola linoides*), así como algunas de carácter ruderal y arvense. Es de señalar finalmente la ausencia de germinación de las Ciperáceas y Liliáceas características de esta comunidad.

2.4.1.2. Brezal Seco de *Erica vagans*

En la localidad de Pena Armada con una germinación total de 490 plantas/m², las primeras germinaciones se detectan en la primavera siguiente al incendio y continúan produciéndose hasta el final del estudio, presentando un máximo al principio (Figura 13). Entre las leñosas, tanto Fabáceas (*Ulex* sp.), como Ericáceas (*Erica cinerea*, *Daboecia cantabrica*), presentan una germinación distribuida en el tiempo, inicialmente las primeras y después del primer año las segundas. Las Herbáceas sí que presentan una germinación continuada, con valores máximos en torno al primer año, constituyendo el grupo cuantitativamente más importante, que está representado sobre todo por las Herbáceas Perennes, siendo el de Otras herbáceas el principal grupo, seguido de los de Poáceas, Asteráceas y Fabáceas.

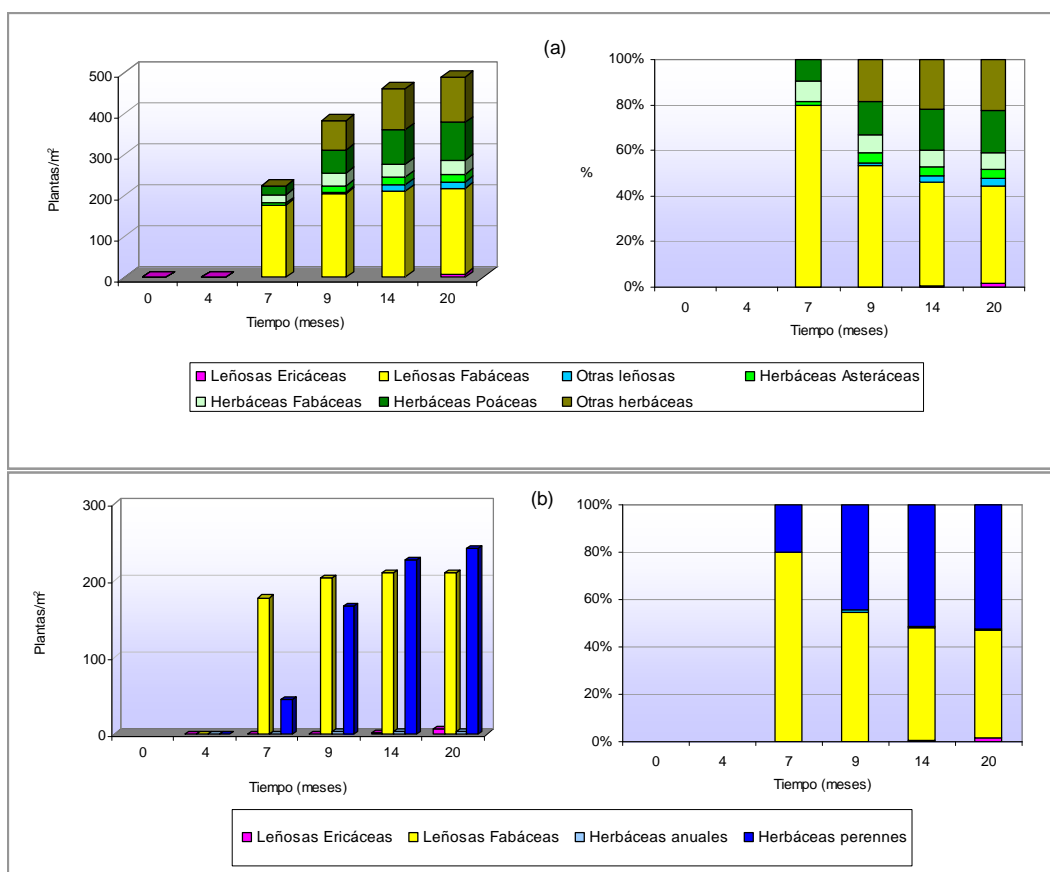


Figura 13: Distribución temporal acumulada de la germinación (datos brutos y porcentuales) de los diferentes grupos de especies Leñosas (Ericáceas y Fabáceas) y Herbáceas (a: Asteráceas, Fabáceas, Poáceas y Otras herbáceas y b: Anuales y perennes) en el Brezal Seco de *Erica vagans*, localidad de Pena Armada.

Los diagramas de rango – abundancia (Figura 14) confirman lo anteriormente expuesto, mostrando una riqueza específica limitada a un máximo de 14 especies y evidenciando que el aporte de las Leñosas Fabáceas, que es el más importante en los primeros meses, se debe al aporte único de *Ulex* sp., que puede llegar a ser muy abundante. Este aporte se va haciendo menor con el tiempo, pasando a predominar especies Herbáceas, en su mayoría Perennes. En el último muestreo, además de la escasa abundancia de casi todas las especies encontradas, destaca la tardía aparición de especies Leñosas Ericáceas, concretamente *Daboecia cantabrica* y *Erica cinerea* aunque con una abundancia baja.

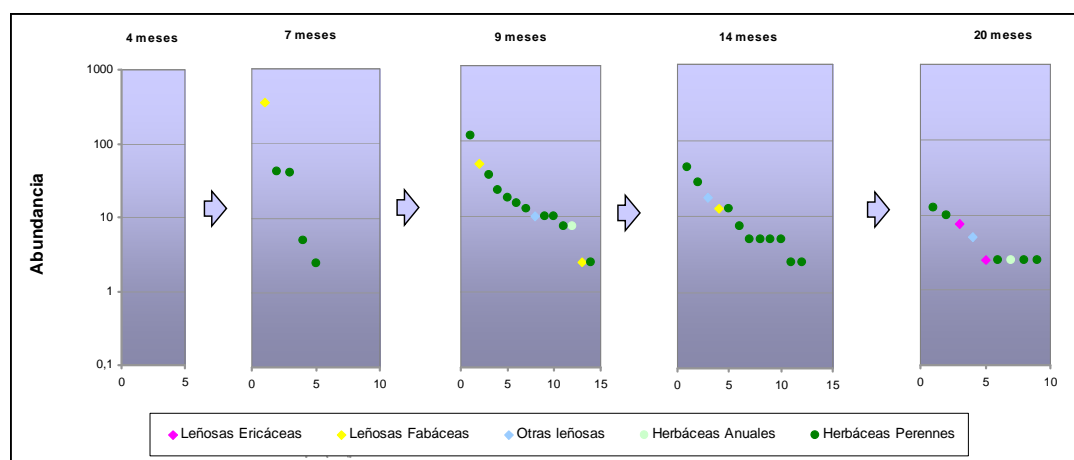


Figura 14: Serie temporal de diagramas de rango – abundancia correspondientes a la germinación de las diferentes especies en el Brezal Seco de *Erica vagans*, localidad de Pena Armada.

En la parcela de Hospital (Figura 15), con una germinación total de 1445 plantas/m², las primeras germinaciones se detectan cuatro meses después del incendio, prolongándose hasta el final del estudio, a los 24 meses. Entre las Leñosas destacan nuevamente en un primer momento las Fabáceas (*Ulex* sp.), aunque tras el primer año el dominio es de las leñosas Ericáceas (*C. vulgaris*, *E. cinerea*, *E. umbellata*, *E. vagans*). Dentro de las Herbáceas el dominio es claramente de las Perennes, que en los primeros meses dominan, y que presentan una germinación continuada, siendo cuantitativamente menos importantes las Anuales. Las Asteráceas son el principal grupo taxonómico, seguido de las Fabáceas, Otras Herbáceas y Poáceas.

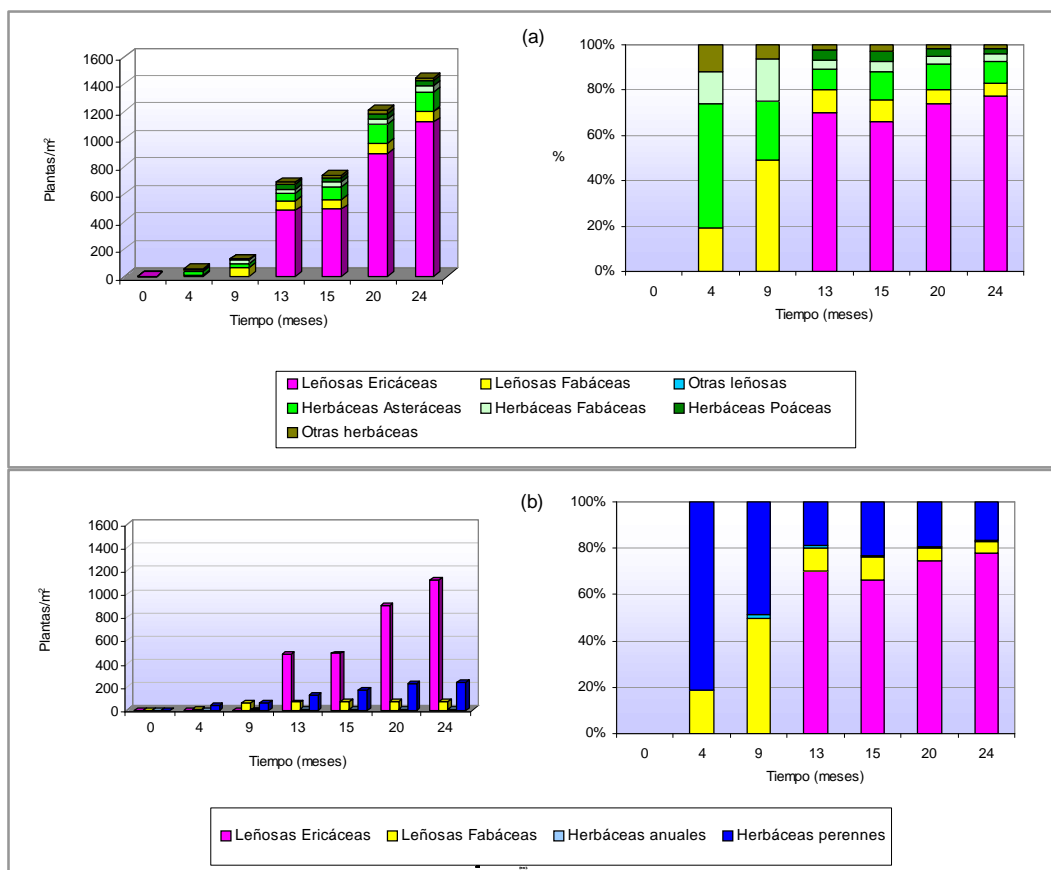


Figura 15: Distribución temporal de la germinación acumulada (datos brutos y porcentuales) de los diferentes grupos de especies Leñosas (Ericáceas y Fabáceas) y Hérbáceas (a: Asteráceas, Fabáceas, Poáceas y Otras hérbáceas y b: Anuales y Perennes) en el Brezal Seco de *Erica vagans*, localidad de Hospital.

Los diagramas de rango – abundancia (Figura 16) muestran una riqueza específica que no supera las 14 especies. La dominancia en los primeros meses se debe fundamentalmente a una Hérbácea Perenne abundante, *Leontodon taraxacoides*, y a una Leñosa Fabácea, que es *Ulex sp.*, acompañadas de otras dos Hérbáceas Perennes. Transcurridos los primeros 12 meses el predominio pasa a ser de las Leñosas Ericáceas, con varias especies cuyas abundancias son medias, altas o muy altas, destacando entre ellas claramente *E. umbellata*. Las especies Hérbáceas distribuyen su germinación en todo el periodo estudiado, siendo sus abundancias bajas en casi todos los casos.

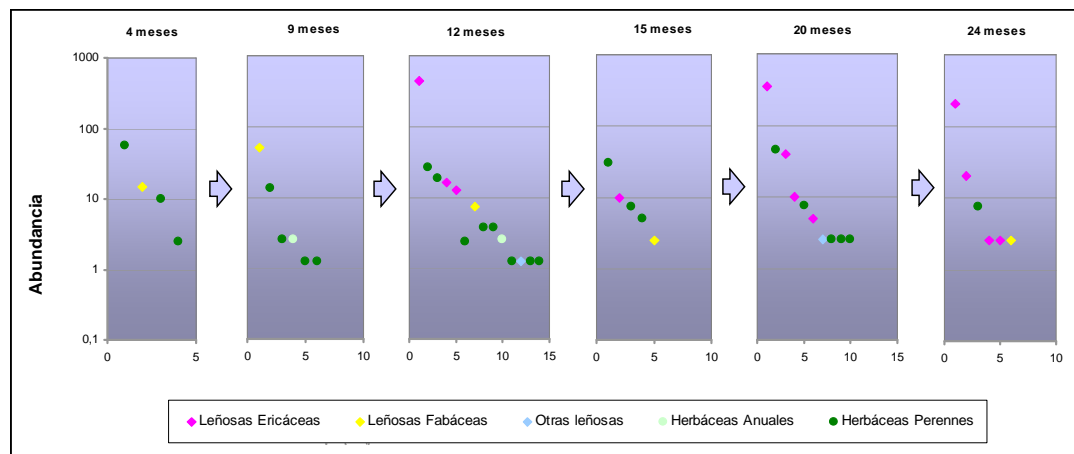


Figura 16: Serie temporal de diagramas de rango – abundancia correspondientes a la germinación de las diferentes especies en el Brezal Seco de *Erica vagans*, localidad de Hospital.

Las dos localidades estudiadas correspondientes al brezal seco de *E. vagans* muestran también patrones comunes en cuanto a la riqueza y distribución temporal de la germinación de las especies leñosas, las Fabáceas antes que las Ericáceas; siendo de destacar que no se ha verificado en ambas la germinación de la totalidad de las especies características, entre las cuales destaca por su importancia cuantitativa *E. umbellata*, mientras que *C. vulgaris* y *E. vagans* son las que menor representación presentan, presentando incluso ausencia local (Pena Armada). También se observan patrones comunes en la distribución temporal de la germinación de las Herbáceas, aunque difieren en su riqueza y abundancia; detectándose también la ausencia de germinación de alguna de las especies Herbáceas características de la comunidad (*Anthyllis vulneraria*, *Brachypodium retusum* y *Centaurea janeri*, entre otras), así como Ciperáceas y Liliáceas.

2.4.2. Banco de semillas *ex situ*

2.4.2.1 Brezal Húmedo de *Erica ciliaris*

Los datos brutos de emergencia de plántulas en el tiempo de estudio del Brezal Húmedo de *E. ciliaris*, desglosados por especies y por grupos de especies se presentan en las Tablas 5 y 6 del Anexo de datos que se corresponden al suelo no quemado y quemado respectivamente.

El banco de semillas de la comunidad de *E. ciliaris* alcanza las 2000 semillas/m² en suelo que no ha sufrido incendio. Tras el fuego este total se reduce, y se cuantifican cerca de 1500 semillas/m² como se observa en la Figura 17.

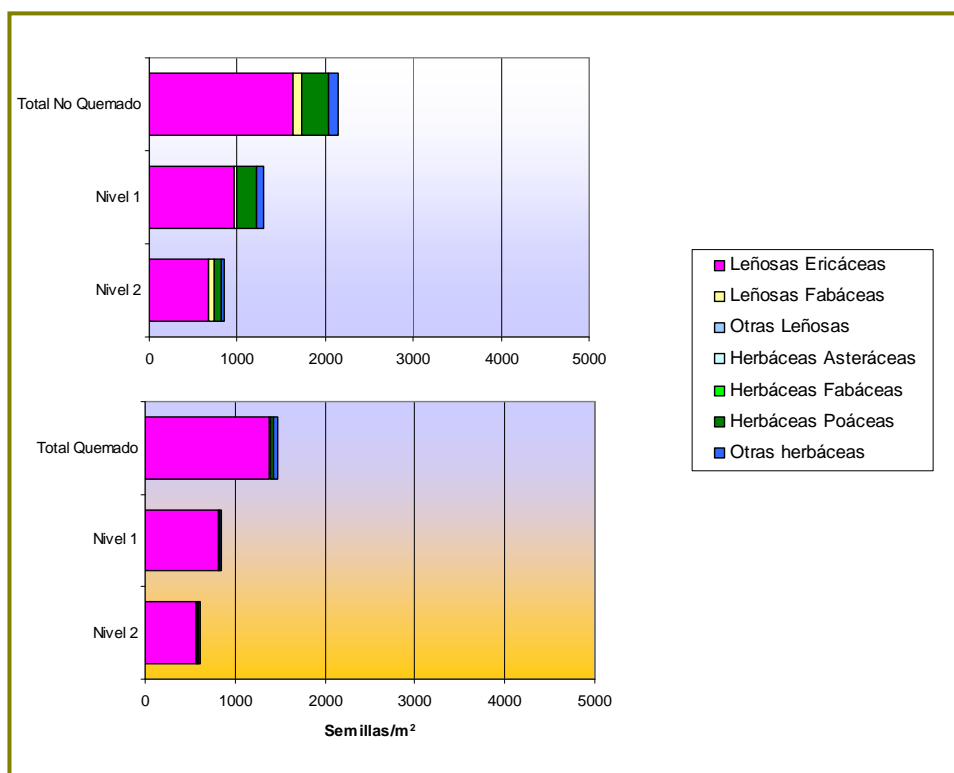


Figura 17: Distribución en profundidad del banco de semillas para los grupos de especies en las parcelas no quemada y quemada en el Brezal Húmedo de *E. ciliaris* (Nivel 1: 0-2cm, Nivel 2: 2-5cm de profundidad del suelo).

Esta diferencia de emergencias entre el suelo quemado y no quemado en cuanto al total de semillas del banco es estadísticamente significativa (Tabla 23 del Anexo Estadístico).

En cuanto a la distribución vertical del banco, en el suelo no quemado se obtienen 1294 semillas/m² en el horizonte superior y 852 semillas/m² en el inferior, resultando las diferencias estadísticamente significativas (Tabla 24 del Anexo Estadístico). Estas diferencias entre los dos niveles del suelo considerados dejan de ser significativas tras el fuego, ya que en este caso se observan 847 semillas/m² en el horizonte superior y 618 semillas/m² en el inferior (Figura 17)(Tabla 24 del Anexo Estadístico).

Estudiando estas diferencias antes y después del incendio, desglosando los horizontes, para el horizonte superior las diferencias son estadísticamente significativas, mientras que para el inferior no se detectan diferencias significativas. Las diferencias entre quemado y no quemado se localizan pues en el horizonte superior (Tabla 25 del Anexo Estadístico).

Analizando la composición general del banco de semillas en relación con los grupos de especies establecidos (Figura 18), se observa tanto antes como después del incendio la predominancia de las Leñosas, siendo el grupo con mayor aporte el de las Ericáceas, que representan un 76% de las semillas germinadas (1637 semillas/m²), que se incrementa proporcionalmente tras el fuego, hasta alcanzar un 94% de las semillas germinadas, en detrimento de otros grupos como las leñosas Fabáceas y las Herbáceas en general. Las diferencias antes y después del fuego no son significativas para el grupo predominante, mientras que para el resto de los grupos, tanto de Leñosas como de Herbáceas, la disminución que se produce tras el fuego es estadísticamente significativa. (Tabla 26 del Anexo Estadístico).

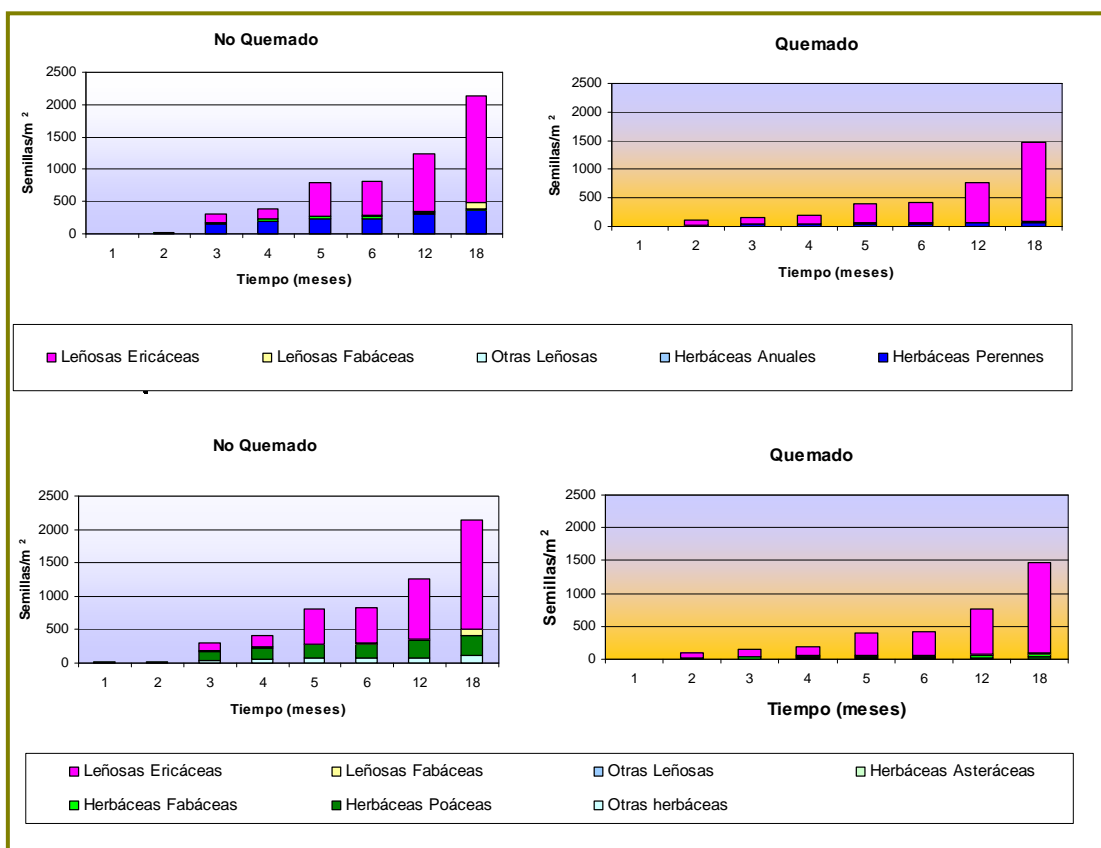


Figura 18: Dinámica de la germinación a lo largo del periodo del estudio, de los diferentes grupos de especies en el Brezal Húmedo de *E. ciliaris*. Arriba las herbáceas se separan en Anuales y Perennes y abajo en las familias más representativas.

En la Tabla 5 del Anexo de datos se recogen todas las especies que componen el banco para la comunidad de *E. ciliaris* antes de la quema, destacando el aporte de *Erica cinerea*, seguido del de *Erica ciliaris*., *Erica umbellata* y *Calluna vulgaris* que aportan mucho menos, todas ellas Ericáceas, así como de *Ulex sp.* entre las Leguminosas. Entre las Herbáceas, la más abundante es *Agrostis curtisii*, acompañada en mucha menor proporción de otras Poáceas y Otras herbáceas, casi una quincena de especies. Tras el fuego, (Tabla 6 del Anexo de datos) las especies Leñosas predominantes son las mismas, y su abundancia es comparable a la del suelo no quemado, aunque *Erica umbellata* adquiere predominancia; y en el de las Herbáceas disminuye tanto la riqueza como la abundancia.

En cuanto a la dinámica temporal de la germinación, se observa una tendencia similar en ambos suelos, si bien en el no quemado hay un cierto retraso en la germinación, que no resulta aparente hasta el tercer mes, mientras que en suelo quemado ya se registran germinaciones en el segundo; en ambos casos las germinaciones se prolongan hasta el final del estudio.

Analizando esta dinámica por grupos (Familias) de especies se observa la dominancia de las Leñosas Ericáceas durante todo el tiempo de estudio, que además son las que más aportan al aumento del banco, ya que el resto de los grupos prácticamente no varían desde el tercer mes. Las Leñosas Fabáceas retrasan su aparición hasta los 16 meses.

Analizando esta dinámica, diferenciando entre Anuales y Perennes (Figura 18), se observa que entre las Herbáceas la casi totalidad son Perennes y tan solo hay un pequeño aporte de especies Anuales en la etapa final del estudio del suelo no quemado.

La riqueza específica (Tablas 5 y 6 del Anexo de datos) es mayor en el suelo no quemado que en el quemado, de 24 especies antes del fuego se pasa a 12 tras el incendio. Analizando esta riqueza entre Leñosas y Herbáceas, la principal diferencia se encuentra en el segundo grupo, mejor representado en el suelo no quemado, (17 especies) que en el quemado (6 especies).

Analizando la riqueza por horizontes, se mantiene el patrón observado. En el suelo no quemado se han encontrado 21 especies en el horizonte superior y en el inferior 12, mientras que en el suelo quemado ambos horizontes se asemejan en el número de especies, 11 frente a 7. Tras el incendio, la reducción en el número de especies se manifiesta sobre todo en el horizonte superior.

En cuanto a la evolución temporal de la riqueza específica se observa que se produce un aumento gradual hasta el final de la experiencia, si bien las especies Leñosas son más estables en cuanto a este parámetro, las que conforman el banco aparecen ya en los primeros meses, mientras que hay especies de Herbáceas que aparecen en los últimos muestreos.

A continuación se presentan los diagramas de rango – abundancia correspondientes a antes y después del incendio (suelo no quemado y quemado) en la Figura 19.

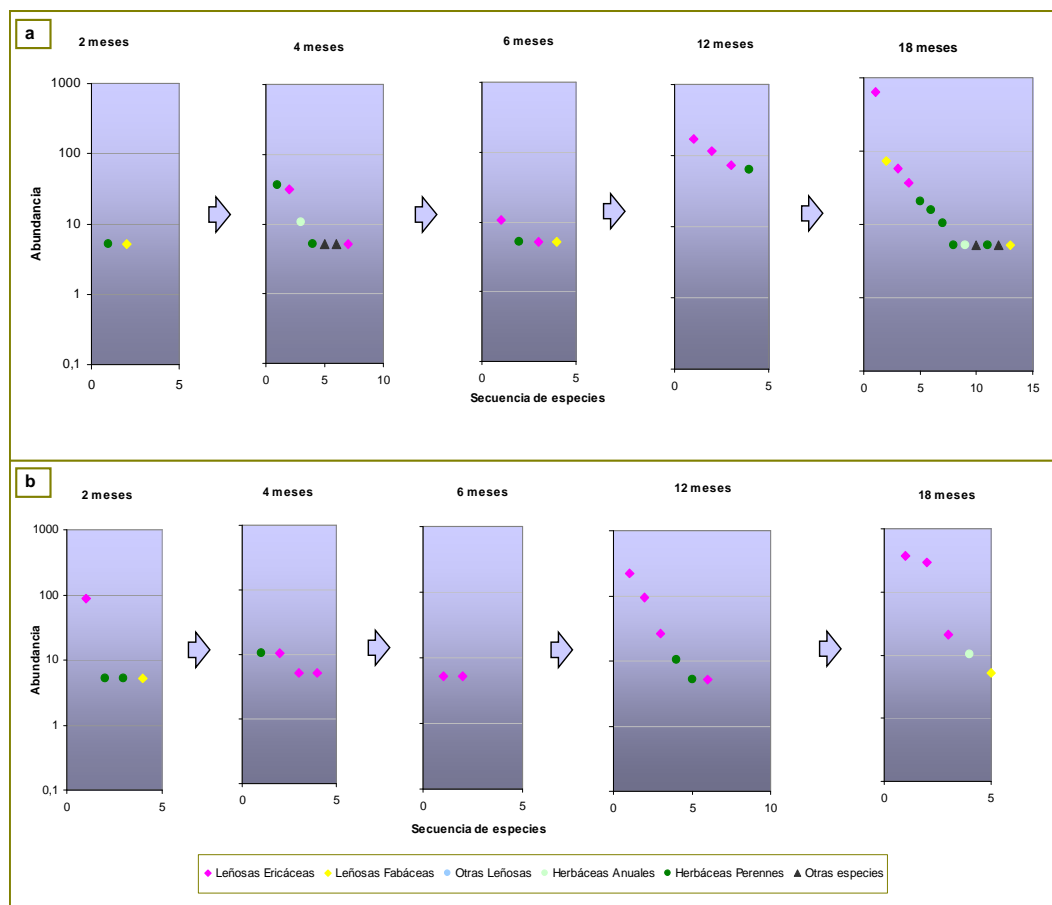


Figura 19: Serie temporal de diagramas de rango – abundancia correspondientes a la germinación de las diferentes especies en el Brezal Húmedo de *E. ciliaris* no quemado(a) y quemado (b).

Estos diagramas de rango – abundancia muestran que en la comunidad no quemada el número de especies se incrementa a lo largo del tiempo del estudio, de manera que al final la riqueza específica es la más alta. Las Leñosas Ericáceas emergen a lo largo de todo el tiempo de estudio y en todos los muestreos son las predominantes, destacando al final del estudio la presencia de Herbáceas, sobre todo Herbáceas Perennes.

En el suelo quemado se observa en general un menor número de especies. En este caso las Herbáceas apenas aparecen y continúan siendo las Leñosas Ericáceas las predominantes.

2.4.2.2. Brezal Seco de *Erica scoparia*

Los datos brutos de emergencia de plántulas en el tiempo de estudio del Brezal Seco Europeo de *E. scoparia*, desglosados por especies y por grupos de especies se presentan en las Tablas 7 y 8 del Anexo de datos que se corresponden al suelo no quemado y quemado respectivamente. La Figura 20 representa los datos antes y después del fuego y por horizontes.

El banco de semillas de esta comunidad es el mayor de los estudiados, alcanzando las 4000 semillas/m² en el suelo no quemado y una cifra algo menor, 3700 semillas/m², tras el fuego; sin que estas diferencias resulten estadísticamente significativas (Tabla 23 del Anexo Estadístico).

La distribución vertical del banco en el suelo no quemado es de 2250 semillas/m² en el horizonte superior y 1783 semillas/m² en el inferior; y tras el fuego la distribución es muy similar, con 2240 y 1492 semillas/m² respectivamente. Tanto antes como después del fuego las diferencias entre los dos horizontes de cada suelo no son estadísticamente significativas (Tabla 24 del Anexo Estadístico).

Finalmente, comparando antes y después del fuego, las diferencias no son estadísticamente significativas ni entre los horizontes superiores ni entre los inferiores (Tabla 25 del Anexo Estadístico).

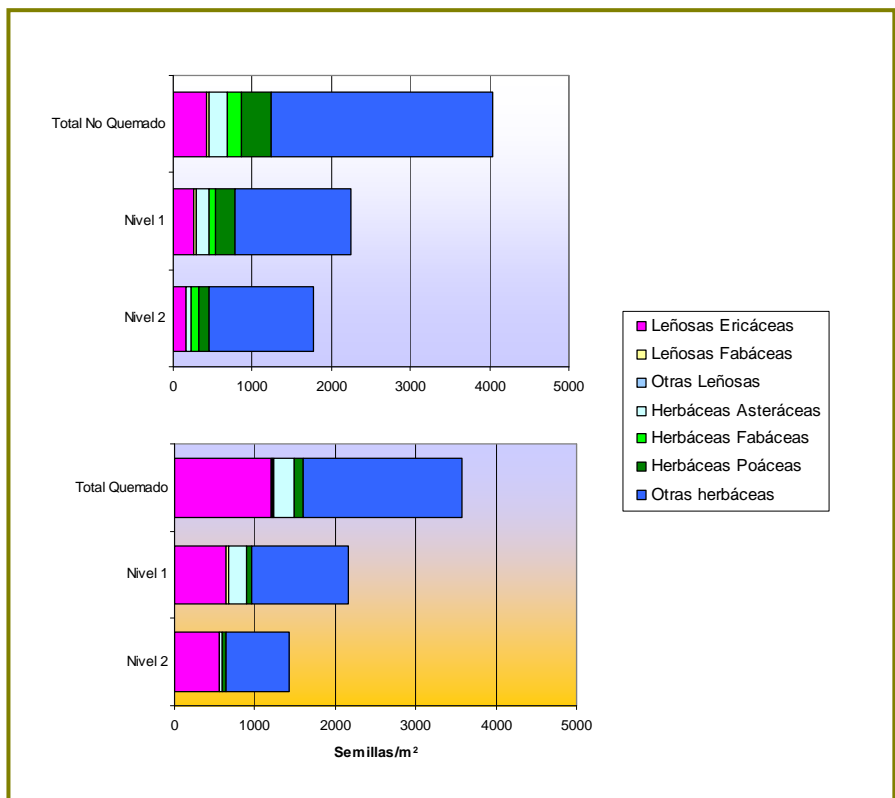


Figura 20: Distribución en profundidad del banco de semillas de los diferentes grupos de especies en las parcelas no quemada y quemada del Brezal Seco de *E. scoparia* (Nivel 1: 0-2cm, Nivel 2: 2-5cm de profundidad del suelo).

Analizando la composición del banco de semillas según los grupos de especies establecidos, se observa la predominancia del grupo de Otras herbáceas, tanto antes como después del incendio, Tras el fuego el grupo de las Leñosas Ericáceas aumenta respecto a los demás, (Figura 21), resultando este aumento estadísticamente significativo (Tabla 27 del Anexo Estadístico). Por el contrario, el grupo de las Herbáceas Poáceas disminuye de manera significativa. El resto de los grupos estudiados no presentan diferencias significativas antes y después del fuego.

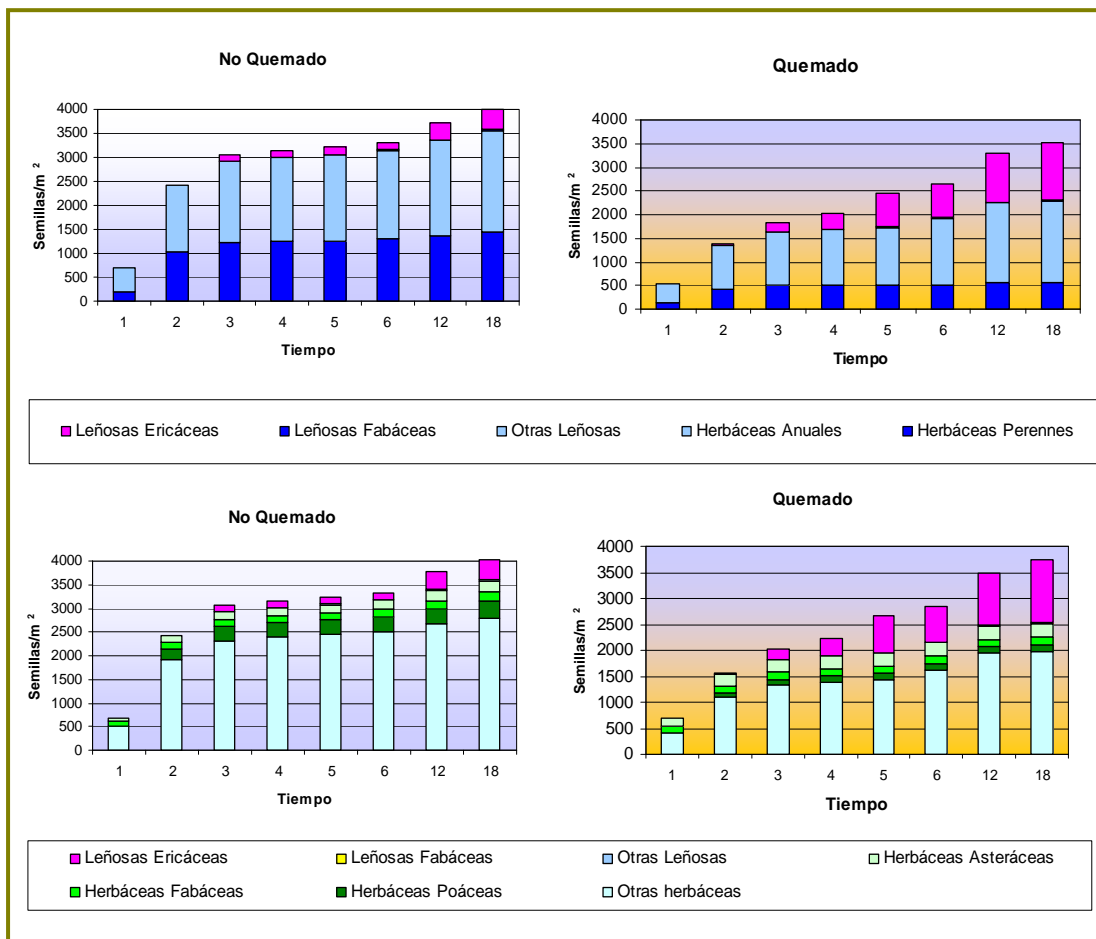


Figura 21: Dinámica de la germinación acumulada a lo largo del periodo del estudio de los diferentes grupos de especies del Brezal Seco de *E. scoparia*. Arriba las herbáceas se separan en Anuales y Perennes y abajo en las familias más representativas.

En las Tablas 7 y 8 del Anexo de datos se recogen todas las especies que componen el banco antes y después del fuego. Entre las leñosas no varía la composición, si bien destaca el incremento de *Erica umbellata* tras incendio. Las Herbáceas presentan una elevada riqueza específica, que se mantiene tras incendio; resultando comparable su abundancia en casi todas ellas, aunque en algún caso se incrementa tras el fuego (*Leontodon taraxacoides* y en otros disminuye (*Agrostis canina*, *Jasione montana*).

En cuanto a la dinámica de la germinación se observa una tendencia muy similar antes y después del incendio, con un leve retraso en el segundo caso. Los grupos de especies siguen la misma tendencia en su dinámica de germinación antes y después del fuego, destacando siempre el predominio de las especies Herbáceas. Analizando el carácter Anual o Perenne, antes del incendio se reparten de manera equitativa y tras el fuego las especies Anuales tienen un mayor aporte comparativamente.

La riqueza específica es la mayor de las estudiadas, y es muy similar antes y después del fuego, sobre unas 35 especies. El mayor aporte a la riqueza específica es de las especies Herbáceas; y analizando los horizontes por separado no hay diferencias en cuanto a la riqueza.

En cuanto a la evolución temporal de la riqueza, es de destacar que ya a los tres meses del ensayo están presentes la mayoría de las especies encontradas.

En la Figura 22 se presentan los diagramas de rango – abundancia para antes y después del incendio.

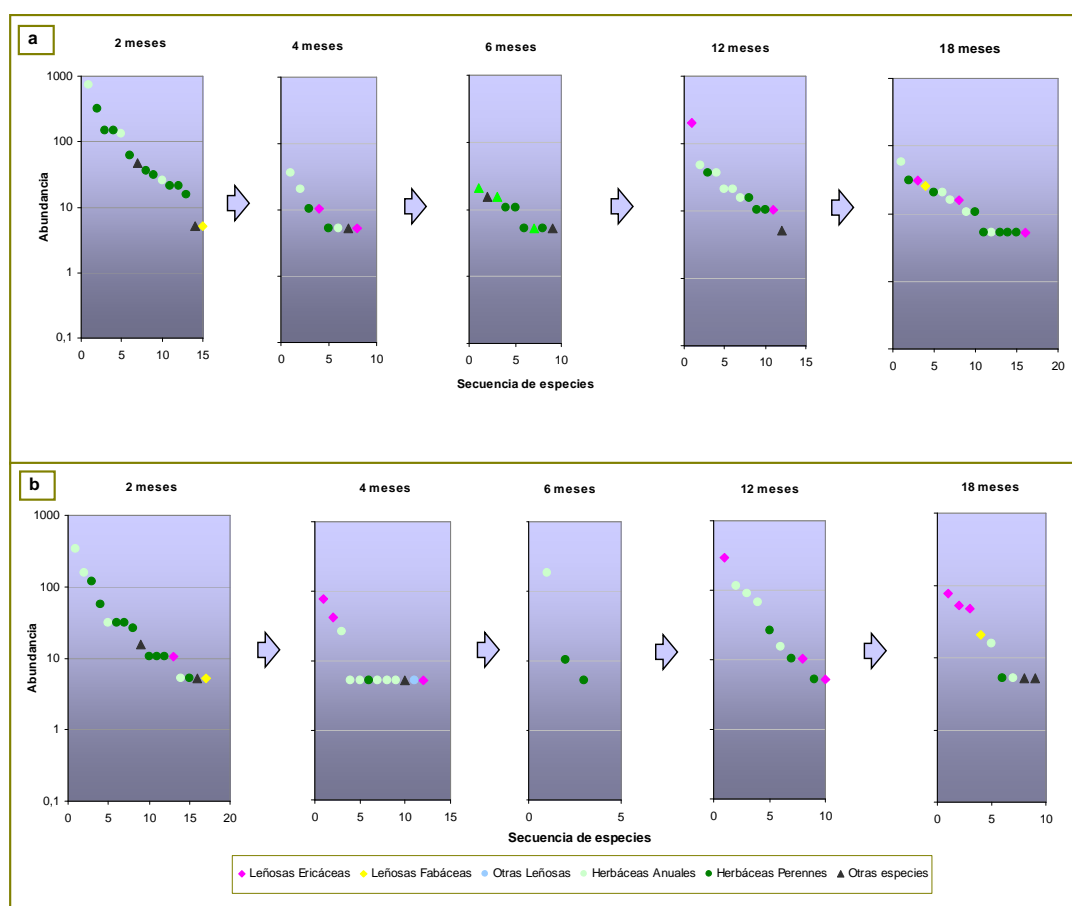


Figura 22: Serie temporal de diagramas de rango – abundancia correspondientes a la germinación de las diferentes especies en el Brezal Seco de *E. scoparia* no quemado (a) y quemado (b).

Estos diagramas de rango – abundancia muestran como las especies Leñosas Ericáceas, que son tres como máximo, en suelo no quemado tienen abundancias moderadas y en suelo quemado alcanzan las abundancias

más altas (4 y 18 meses). En general las tendencias en la emergencia son bastante similares, en los primeros meses se registran únicamente especies Herbáceas y tan solo una especie del grupo de las Leñosas Fabáceas pero con una abundancia baja, que es *Ulex* sp.; las Herbáceas continúan germinando en todo el período de tiempo del estudio.

2.4.2.3. Brezal Seco de *Erica vagans*

Los datos brutos de emergencia de plántulas en el tiempo de estudio del Brezal Seco Europeo de *E. vagans* por especies y por grupos de especies se presentan en las Tablas 9 y 10 del Anexo de datos que se corresponden al suelo no quemado y quemado respectivamente.

El banco de semillas de esta comunidad es el más escaso de los estudiados, antes del incendio no alcanza las 1000 semillas/m² y casi se duplica tras el fuego, siendo esta diferencia estadísticamente significativa (Tabla 23 del Anexo Estadístico).

En cuanto a la distribución vertical del banco (Figura 23) en el suelo no quemado se obtienen algo más de 499 semillas/m² en el horizonte superior y 415 en el inferior, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos (Tabla 24 del Anexo Estadístico). Tras el fuego las diferencias entre horizonte superior e inferior si son significativas, con 1065 semillas/m² en el horizonte superior y 780 en el inferior.

Las diferencias antes y después del fuego entre horizontes continúan siendo estadísticamente significativas (Tabla 25 del Anexo Estadístico), ya que tanto en el horizonte superior como en el inferior se encuentra un aumento significativo del banco tras el fuego.

Analizando la composición del banco en cuanto a los grupos de especies establecidos (Figura 23), se observa un reparto bastante equitativo antes del incendio; mientras que tras el fuego se produce la dominancia de las Leñosas Ericáceas, así como la práctica desaparición de algunos grupos de Herbáceas, como las Asteráceas y las Poáceas.

Este aumento de las Leñosas Ericáceas tras incendio es estadísticamente significativo (Tabla 28 del Anexo Estadístico), mientras que las Leñosas Fabáceas no presentan diferencias significativas antes y después del fuego. En cuanto a las Herbáceas Fabáceas, escasamente representadas, tampoco presentan diferencias; mientras que las Herbáceas Asteráceas y las Herbáceas Poáceas disminuyen significativamente. y el grupo de Otras herbáceas aumenta ligeramente, resultando un aumento estadísticamente significativo.

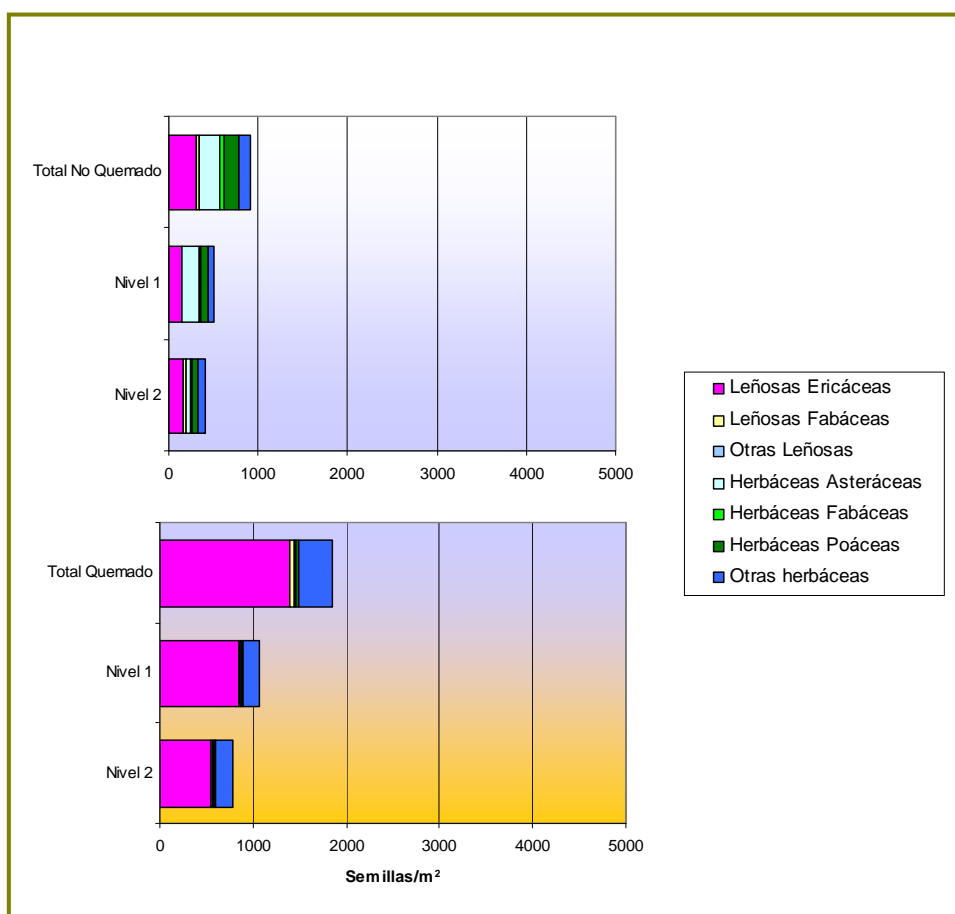


Figura 23: Distribución en profundidad del banco de semillas de los diferentes grupos de especies en las parcelas no quemada y quemada del Brezal Seco de *E. vagans* (Nivel 1: 0-2cm, Nivel 2: 2-5cm de profundidad del suelo).

En las Tablas 9 y 10 del Anexo de datos se recogen todas las especies que componen el banco, destacando que algunas Leñosas aumentan su aporte tras el fuego, las Ericáceas, y entre ellas sobre todo *E. umbellata* y *E. vagans*. Las Herbáceas apenas modifican su composición y abundancia, si bien esta última presenta un ligero descenso.

En cuanto a la dinámica de la germinación (Figura 24), se observa antes del fuego un aumento de la germinación lento y progresivo a lo largo del período estudiado. Tras el fuego, se observan incrementos importantes después de 4 y 12 meses. Las germinaciones se prolongan hasta el final del estudio.

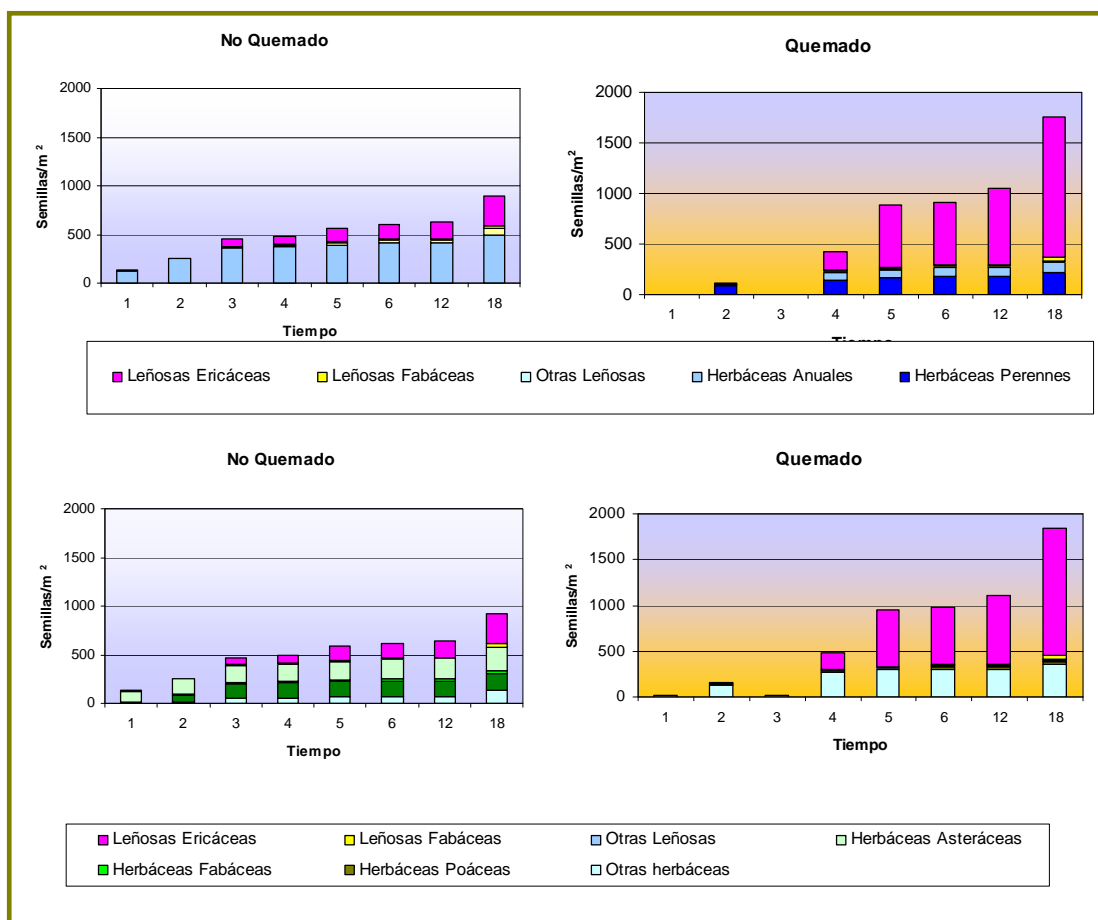


Figura 24: Dinámica de la germinación acumulada a lo largo del periodo de estudio de los diferentes grupos de especies del Brezal Seco de *E. vagans*. Arriba las herbáceas se separan en Anuales y Perennes y abajo según las familias más características.

Analizando por grupos de especies se percibe mayor distribución entre grupos antes del fuego y la dominancia de las leñosas Ericáceas tras el fuego.

La riqueza específica es algo mayor tras el fuego, alcanzándose 29 especies diferentes, frente a las 20 de antes del incendio. En el horizonte superior aparecen menos especies que en el inferior y tras el fuego las especies aumentan, la mayor riqueza se observa en el horizonte superior. En cualquier caso son las especies Herbáceas las que más aportan a la diversidad, duplicándose su con respecto a las leñosas.

La evolución temporal de la riqueza muestra un aumento progresivo de la misma con aparición de nuevas especies hasta el final de la experiencia.

Los gráficos de rango – abundancia se muestran a continuación en la Figura 25, para antes y después del fuego respectivamente

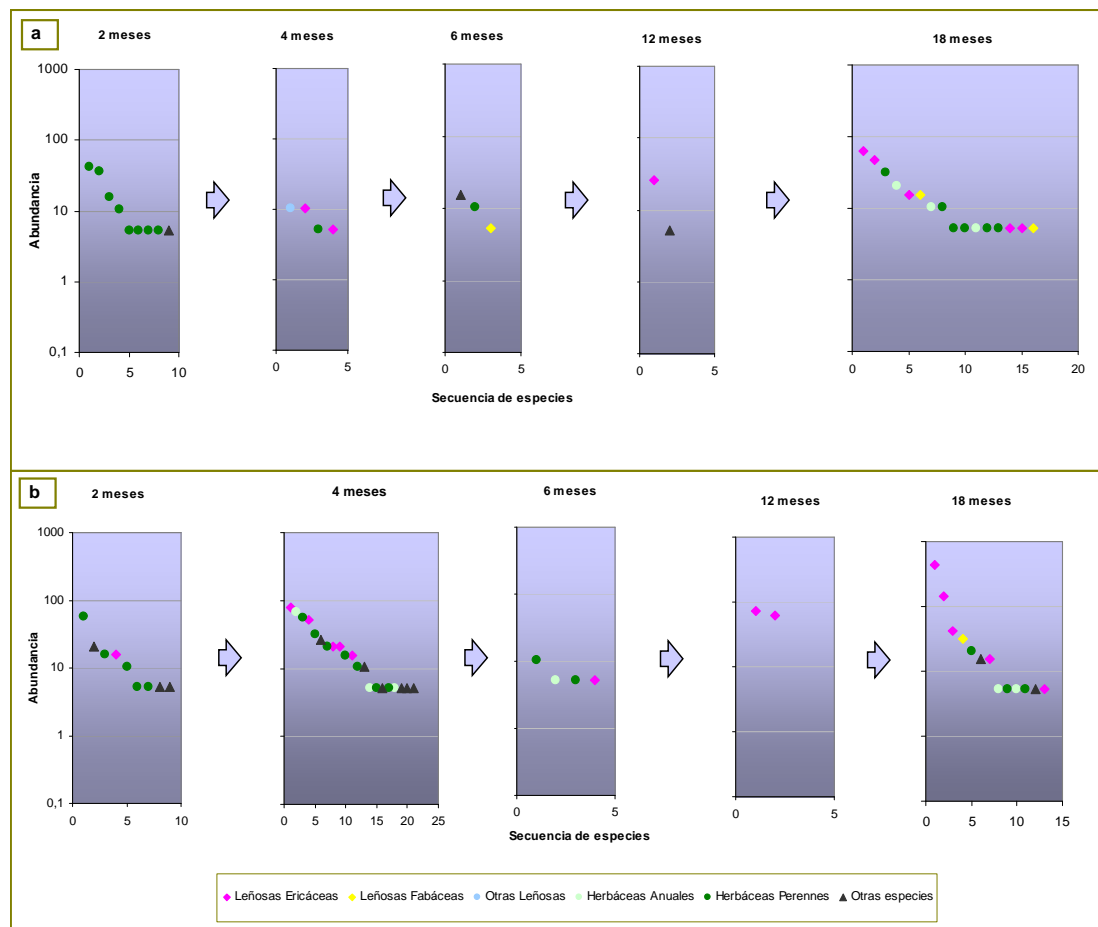


Figura 25: Serie temporal de diagramas de rango – abundancia correspondientes a la germinación de las diferentes especies en el Brezal Seco de *E. vagans* no quemado (a) y quemado (b).

Estos diagramas de rango - abundancia muestran que tanto antes como después del incendio el grupo de las Leñosas Ericáceas está representado por varias especies con desigual abundancia, que presentan una germinación continua; mientras que las Herbáceas son en su mayoría Perennes, si bien tras el fuego aparecen algunas Herbáceas Anuales con abundancias altas y bajas.

2.5. DISCUSIÓN

En relación con **el estudio del banco de semillas edáfico por el procedimiento de germinación “in situ”** muestra un total de emergencias próximo a 1000 plántulas/m² en la comunidad de *Erica scoparia*, y un rango de variación entre 500-1500 plántulas/m² en la comunidad de *Erica vagans*, durante un periodo de tiempo próximo a los dos años tras incendio; de las cuales menos de la mitad se producen en el primer año en casi todas las localidades. Este banco muestra una distribución espacial variable, puesto que la contribución de los diferentes grupos de especies (Leñosas y Herbáceas) difiere mucho entre las localidades estudiadas de cada comunidad, lo que refleja una heterogeneidad espacial que también ha sido detectada por numerosos autores y descrita como norma casi general de los bancos de semillas del suelo (CLÉMENT *et al.*, 1980; FERRANDIS *et al.*, 1996; THOMPSON *et al.*, 1997; BUHK y HENSEN, 2006).

Son escasos los trabajos en los que se evalúa el efecto del fuego sobre el banco de semillas en el suelo, siendo pionero el de TRABAUD (1970) demostrando que un número importante de semillas del suelo era capaz de sobrevivir al fuego.

Posteriormente, CANCIO (1992), CANCIO *et al.* (1993), VALBUENA (1995), VALBUENA y TRABAUD (1995), FERRANDIS *et al.* (1996), CASCUDO (1997), VALBUENA *et al.* (2000), VALBUENA y TRABAUD (2001), han investigado la variación en el banco de semillas durante un incendio, comparando el contenido en muestras de suelo de zonas quemadas y no quemadas en comunidades de matorral. En casi todos, como en el presente estudio, parcialmente publicado por DÍAZ VIZCAÍNO *et al.* (2007), se ha preferido la técnica indirecta, es decir la emergencia de plántulas, si bien los tiempos de experimentación han sido distintos según los casos, lo que dificulta la comparación entre los distintos trabajos.

Teniendo en cuenta el ritmo de germinación y la existencia o no de picos estacionales, se trataría, para la mayoría de las especies, de un banco de semillas persistente, de tipo III o de tipo IV según la propuesta de THOMPSON y GRIME (1979).

En cuanto al ritmo de germinación, entre la leñosas, las Ericáceas pueden hacerlo de forma continuada a corto plazo (como se ha observado en la localidad de Melide, brezal seco de *E. scoparia*), presentando un máximo de germinación en torno al primer año, o incluso el segundo; mientras que las Fabáceas presentan una germinación concentrada en los primeros meses tras incendio. Esta distribución temporal de la germinación se corresponde con el tipo de semillas que presentan ambas familias, y sus requerimientos germinativos.

Las Fabáceas presentan semillas con dormición exógena, ocasionada por la presencia de una testa impermeable que constituye una barrera física que impide la hidratación necesaria para su germinación (semillas duras), lo que facilita su acumulación en el suelo formando bancos de semillas persistentes (BASKIN y BASKIN, 1989). En la naturaleza existen muchos mecanismos que producen la rotura de la barrera que supone la testa de este tipo de semillas, el más importante y que más germinaciones provoca son las temperaturas elevadas que se alcanzan en los incendios (CASAL, 1982; BASKIN y BASKIN, 1989; AÑORBE *et al.*, 1990; TÁRREGA *et al.*, 1992; HERRANZ *et al.*, 1998; RIVAS *et al.*, 2006), cuyo efecto ha sido descrito por dichos autores como una escarificación térmica. Por lo tanto, la fracción de semillas con envueltas duras normalmente asociadas a bancos de semillas persistentes en el suelo (BASKIN y BASKIN, 1989), puede ser la mayor responsable de la germinación masiva y rápida de Fabáceas después de algunos incendios.

Las Ericáceas presentan semillas pequeñas, con un embrión comparativamente también pequeño con dormición fisiológica o incluso morfofisiológica que requiere condiciones fisiológicas adecuadas para la germinación y/o para el crecimiento y desarrollo del embrión, lo que retrasa su germinación (BASKIN y BASKIN, 1989) y contribuye a su acumulación en bancos permanentes en el suelo (THOMPSON *et al.*, 1997). Entre los factores naturales que pueden contribuir a la ruptura de la dormición de estas semillas, el humo generado en los incendios ha demostrado ser un importante estimulador de la germinación (DE LANGE y BOUCHER, 1990; BROWN *et al.*, 1993; BAXTER *et al.*, 1994; THOMAS y DAVIES, 2002); como se ha demostrado en el capítulo anterior, que se recoge en los trabajos de DÍAZ VIZCAÍNO e IGLESIA (2005) y DÍAZ VIZCAÍNO *et al.*, (2006); y la temperatura elevada que se puede alcanzar en el suelo también puede actuar en este sentido (GONZÁLEZ-RABANAL y CASAL, 1995; MESLEARD y LEPART, 1991; DÍAZ VIZCAÍNO e IGLESIA, 2005).

Se ha verificado la germinación de la práctica totalidad de las especies leñosas características de estas comunidades, entre las cuales destacan por su importancia cuantitativa a nivel local en ambos brezales *Erica umbellata*, que puede llegar a representar la mitad de las germinaciones obtenidas a nivel local, y *Ulex* sp., especies cuyo incremento de germinación con la temperatura y el humo en el primer caso, y con la temperatura en el segundo, han sido puestos de manifiesto por varios autores (GONZÁLEZ-RABANAL y CASAL, 1995; QUINTANA *et al.* 2004; DÍAZ VIZCAÍNO e IGLESIA, 2005). Por el contrario, *Calluna vulgaris*, *Erica cinerea*, *Erica scoparia* y *Erica vagans*, resultan mucho menos abundantes, o incluso localmente ausentes; lo que resulta muy importante en la primera de ellas, que no rebrota tras incendio, comportándose únicamente como germinadora, mientras que las otras tres sí lo hacen. Todas ellas forman bancos persistentes de semillas, como ha sido puesto de manifiesto en las dos primeras por THOMPSON y BAND (1997), aunque su abundancia es mucho menor que la encontrada por dichos autores, especialmente en el caso de *Calluna vulgaris*.

La germinación de las semillas recién producidas (control) de estas cuatro especies difiere entre sí, siendo comparativamente más elevada en *Erica scoparia* y *Erica vagans* (DÍAZ VIZCAÍNO *et al.*, 2006), por lo que cabe suponer que su correspondiente banco de semillas es cuantitativamente menor que el de las otras dos; y los factores relacionados con el fuego, especialmente el humo, estimulan la germinación de estas dos especies, y en menor medida la de *Calluna vulgaris*, no afectando a *Erica cinerea* (DÍAZ VIZCAÍNO *et al.*, 2006).

En cuanto a las Herbáceas, cuya importancia cuantitativa varía entre localidades, pudiendo ser el grupo predominante en el banco, así como muy abundantes transcurrido el primer año, se observan patrones comunes en la distribución temporal de su germinación, continuada en ambos casos, anuales y perennes, con cierto carácter estacional en el de las anuales, cuya importancia relativa es más elevada en torno al primer año tras incendio; aunque difieren localmente en cuanto a su abundancia. La abundancia de herbáceas anuales a nivel local ha sido puesta de manifiesto en los primeros estudios de la regeneración tras incendio en Galicia (CASAL, 1985, 1987; CASAL *et al.*, 1984). Se ha comprobado la germinación de la mayor parte de las especies herbáceas características de las dos comunidades, así como la de otras, entre las que destacan sobre todo en el brezal seco de *Erica scoparia*, numerosas anuales características de pastizales xerofíticos, de las que constituye un reservorio,

muy abundantes localmente, lo que también ha sido puesto de manifiesto por HERMIDA (2003). En algunas de estas especies se ha comprobado que forman bancos permanentes de semillas (THOMPSON *et al.*, 1997); mientras que en otras se ha puesto de manifiesto su resistencia a temperaturas elevadas producidas en un incendio (LÓPEZ URIBARRI, 2006), si bien, como ocurre con otras herbáceas características de comunidades sometidas a fuegos periódicamente, el calor no estimula su germinación (OVERBECK *et al.*, 2006).

Desde el punto de vista metodológico el tamaño y el número de la unidad de muestreo de 20x20cm ha resultado adecuado, tanto para evaluar cuantitativamente el banco de semillas como para analizar su riqueza específica, sobre todo en el caso de las leñosas. THOMPSON *et al.* (1997) recuerdan el axioma de muestreo de poblaciones según el cual el tamaño de la unidad de muestreo debe guardar relación con el tamaño del organismo a muestrear, por lo que proponen que teóricamente dicho tamaño debe ser muy pequeño para muestrear semillas o plántulas en el suelo; si bien considerando que de esta forma se pueden producir importantes varianzas en el muestreo, aconsejan unidades de muestreo algo mayores, o bien agrupar unidades muy pequeñas, como ha sido nuestro caso. Como ha encontrado GROSS (1990) veinte unidades de tamaño intermedio resultan suficientes, o bien diez unidades agrupadas como proponen TER HEERDT *et al.* (1996).

En relación con **el estudio del banco de semillas edáfico por el procedimiento de germinación “ex situ” o método indirecto** (THOMPSON *et al.*, 1997), cuantitativamente se trata de bancos pequeños en el caso del brezal húmedo de *Erica vagans*, que no superan las 1000 semillas/m², algo mayor en el del brezal seco de *Erica ciliaris*, con unas 2000 semillas/m² y algo mayores a los anteriores y similares a los descritos por otros autores en Galicia en el caso de la comunidad de *Erica scoparia* con unas 4000 plántulas/m², todos ellos en el suelo no quemado. Este dato se encuentra dentro del rango de los valores encontrado en otros matorrales atlánticos y mediterráneos (CANCIO, 1992; CANCIO *et al.*, 1993; CASCUDO, 1997; VALBUENA *et al.*, 2000; VALBUENA y TRABAUD, 2001) así como en otros brezales europeos (MALLIK *et al.*, 1984).

En cuanto a la distribución en profundidad en el suelo no quemado de dicho banco de semillas su acumulación es superior en el horizonte superior (0-2 cm), con un 60 % de semillas en el brezal húmedo de *E. ciliaris*, un 56% en el brezal seco de *E. scoparia*, y un 54% en el brezal seco de *E. vagans*) que en el horizonte inferior (2-5 cm, con 40%, 44% y 46%, respectivamente), en las tres comunidades estudiadas. Además esta predominancia en la distribución vertical se observa tanto en los suelos no quemados como en los quemados.

En cuanto a la composición, las Herbáceas predominan en el caso del brezal seco de *Erica scoparia* y en el de *Erica vagans*; siendo las leñosas, especialmente las Ericáceas, el segundo grupo en importancia. Por el contrario, las Leñosas Ericáceas predominan en el brezal húmedo de *Erica ciliaris*, seguidas de las Herbáceas. Esta abundancia no se corresponde por lo tanto en los dos primeros casos con la que se observa al analizar la cobertura vegetal de dichas comunidades (DÍAZ VIZCAÍNO *et al.*, 2008), en la que por ejemplo el tojo (*Ulex spp.*) es muy abundante; como han señalado diferentes autores, quienes consideran que el banco de semillas es un reflejo o memoria de las condiciones previas de la comunidad (VILLIERS *et al.*, 1994), por lo que desempeña un importante papel en la composición de la comunidad tras perturbación natural o causada por el hombre; lo que nos hace suponer que estas dos comunidades funcionan como importantes reservorios de herbáceas; lo que se aprecia en menor grado en la tercera, que posiblemente debido a una mayor estabilidad en su dinámica reciente, mantiene un banco más acorde con la composición y abundancia de la comunidad.

El fuego actúa de forma diferente en las comunidades estudiadas, lo que se evidencia comparando el banco de semillas entre la zona quemada y la no quemada que resulta menor en la zona quemada en la comunidad de *Erica scoparia* con 3700 semillas/m² y en la de *Erica ciliaris* con 1500 semillas/m², y mayor en la zona quemada de la comunidad de *Erica vagans* con unas 2000 semillas/m². Estas diferencias consideradas en conjunto resultan significativas con los respectivos suelos no quemados en las dos últimas comunidades, y no lo son en la primera. Es de destacar en este sentido que en varios de los trabajos anteriormente mencionados no se detectaron diferencias significativas entre los tamaños totales de los bancos de semillas de zonas quemadas y no quemadas.

También es de señalar que tanto en el brezal seco de *E. scoparia* como en el de *E. vagans* el banco de semillas encontrado tras incendio es superior al correspondiente al estudio *in situ.*; a pesar de que en ambos casos se contabiliza la emergencia de plántulas, representando cada una a una semilla viable (VILLIERS *et al.*, 1994), lo que puede ser debido a que las condiciones ambientales del estudio *ex situ*, así como la metodología utilizada, han resultado, como se esperaba, más favorables para la germinación, obteniéndose así una información sobre el banco de semillas que supera a las emergencias reales que se producen en cada localidad.

En relación con las diferencias entre los suelos no quemados y quemados, cabe señalar que la mayoría de los trabajos en los que se han medido las temperaturas registradas durante los incendios coinciden en atribuir al suelo un importante efecto amortiguador de las altas temperaturas registradas en la superficie, debido a su baja conductividad térmica y, en ocasiones a la elevada velocidad de avance de las llamas (DE BANO *et al.*, 1977; TRABAUD, 1979; DÍAZ-FIERROS, 2006). Por ello, tras incendio forestal cabe esperar un efecto destructor de semillas en la superficie por las elevadas temperaturas alcanzadas, y un efecto más reducido de las mismas en profundidad, que afecta a su germinación; así como un efecto de otros factores, especialmente el humo. Del balance entre muerte de semillas y estimulación de la germinación por efecto de la temperatura y/o del humo, puede resultar o no un banco cuantitativamente distinto.

Analizando la distribución de las semillas en profundidad en el suelo quemado, en los tres brezales se mantiene la mayor abundancia de semillas en el horizonte superior que en el inferior. En el brezal húmedo de *E. ciliaris* estas diferencias entre horizontes no resultan significativas, y en ambos se observa un claro predominio de las Ericáceas; en el brezal seco de *E. scoparia* tampoco resultan significativas, predominando las Herbáceas, seguidas de Ericáceas; y en el de *E. vagans* sí que se observan diferencias significativas, predominando las Ericáceas, y en menor medida las Herbáceas. Esta distribución de la composición del banco en el suelo quemado en cuanto a los grupos de especies predominantes, resulta similar al no quemado en los dos primeros, y muy diferente en el tercero.

Si se comparan los correspondientes horizontes del suelo no quemado y quemado, en el brezal húmedo de *E. ciliaris* para el horizonte superior, que presenta un banco menor, las diferencias son estadísticamente significativas, mientras que para el inferior no; en el brezal seco de *E. scoparia*, con bancos cuantitativamente similares, no existen diferencias significativas en ninguno de los dos horizontes, y en el de *E. vagans*, con un banco superior en los dos horizontes, las diferencias son significativas en los dos casos.

Analizando la composición del suelo no quemado en cuanto a los grupos de especies considerados, en el brezal húmedo de *E. ciliaris* se incrementan las Leñosas Ericáceas, disminuyendo significativamente las Leñosas Fabáceas y las Herbáceas en conjunto; en el brezal seco de *E. scoparia* las Leñosas Ericáceas se incrementan significativamente y el de las Herbáceas Poáceas disminuye; cambios que también se producen en el de *E. vagans*.

Este efecto de incremento en la germinación de Ericáceas ha sido puesto en evidencia en numerosos trabajos, bien por estimulación de la germinación por las altas temperaturas (efecto directo), o bien por la modificación de algún factor edáfico con el paso del fuego (efecto indirecto) (MESLÉARD y LEPART, 1991; VALBUENA *et al.*, 2000).

En definitiva, cabe señalar que el efecto del fuego sobre los bancos de semillas del suelo es moderado en términos cuantitativos, detectándose en algunos casos reducción significativa del banco. El banco de semillas en las zonas quemadas es el resultado de un balance entre la destrucción y /o muerte y la estimulación de la germinación de las semillas, procesos que afectan de forma desigual a las diferentes especies que lo forman.



2.6. CONCLUSIONES

1. El estudio del banco de semillas edáfico por el procedimiento de germinación “in situ” muestra un total de emergencias próximo a 1000 plántulas/m² en el brezal seco de *Erica scoparia*, y un rango de variación entre 500-1500 plántulas/m² en el de *Erica vagans*, durante un periodo de tiempo próximo a los dos años tras incendio; de las cuales menos de la mitad se producen en el primer año en casi todas las localidades. Este banco muestra una distribución espacial variable, puesto que la contribución de los diferentes grupos de especies analizados (Leñosas y Herbáceas) difiere mucho entre las localidades estudiadas de cada comunidad, lo que refleja una heterogeneidad espacial que también ha sido detectada por numerosos autores y descrita como norma casi general de los bancos de semillas del suelo.

2. En cuanto al ritmo de germinación, entre las leñosas, las Ericáceas pueden hacerlo de forma continuada a corto plazo presentando un máximo de germinación en torno al primer año, o incluso el segundo; mientras que las Fabáceas presentan una germinación concentrada en los primeros meses tras incendio. Esta distribución temporal de la germinación se corresponde con el tipo de semillas característico de ambas familias, y con sus requerimientos germinativos.

3. Se ha verificado la germinación de la práctica totalidad de las especies leñosas características de estas comunidades, entre las cuales destacan por su importancia cuantitativa a nivel local en los dos brezales *Erica umbellata*, que puede llegar a representar la mitad de las germinaciones obtenidas a nivel local, y *Ulex* sp. . Por el contrario, *Calluna vulgaris*, *Erica cinerea*, *Erica scoparia* y *Erica vagans*, resultan mucho menos abundantes, o incluso localmente ausentes; lo que resulta muy importante en la primera de ellas, que en los brezales estudiados no rebrota tras incendio, comportándose únicamente como germinadora, mientras que las otras tres sí lo hacen.

4. En cuanto a las herbáceas, cuya importancia cuantitativa varía entre localidades, pudiendo ser el grupo predominante en el banco, así como muy abundantes transcurrido el primer año, se observan patrones comunes en la

distribución temporal de su germinación, continuada tanto en Anuales como Perennes, con cierto carácter estacional en el de las Anuales, cuya importancia relativa es más elevada en torno al primer año tras incendio; aunque difieren localmente en cuanto a su abundancia. Se ha comprobado la germinación de la mayor parte de las especies herbáceas características de las dos comunidades, así como la de otras, entre las que destacan sobre todo en el brezal seco de *Erica scoparia*, numerosas anuales características de pastizales xerofíticos, de las que constituye un reservorio, muy abundantes localmente.

5. En relación con el estudio del banco de semillas edáfico por el procedimiento de germinación “ex situ” o método indirecto, cuantitativamente resulta que se trata de bancos pequeños en el caso del brezal húmedo de *Erica vagans*, que no superan las 1000 semillas/m², algo mayor en el del brezal seco de *Erica ciliaris*, con unas 2000 semillas/m² y algo mayores a los anteriores y similares a los descritos por otros autores en Galicia en el caso de la comunidad de *Erica scoparia* con unas 4000 plántulas/m², todos ellos en el suelo no quemado.

6. En cuanto a la distribución en profundidad en el suelo no quemado de dicho banco de semillas su acumulación es superior en el horizonte superior, con un 60 % de las semillas en el brezal húmedo de *E. ciliaris*, un 56% en el brezal seco de *E. scoparia*, y un 54% en el brezal seco de *E. vagans*) que en el horizonte inferior, en las tres comunidades estudiadas.

7. En cuanto a la composición, las herbáceas predominan en el caso del brezal seco de *Erica scoparia* y en el de *Erica vagans*; siendo las leñosas, especialmente las Ericáceas, el segundo grupo en importancia. Por el contrario, las Leñosas Ericáceas predominan en el brezal húmedo de *Erica ciliaris*, seguidas de las Herbáceas. Esta abundancia no se corresponde en los dos primeros brezales con la que se observa al analizar su cobertura vegetal actual, sino que refleja más las condiciones previas de la comunidad; lo que se aprecia en menor grado en el brezal húmedo, que posiblemente debido a una mayor estabilidad en su dinámica reciente, mantiene un banco más acorde con la composición y abundancia de la comunidad actual.

8. El fuego actúa de forma diferente en el banco de semillas de los brezales estudiados, que se reduce en el brezal seco de *Erica scoparia* y en el de *Erica ciliaris*, y se incrementa en el de *Erica vagans*, aunque estas diferencias consideradas en conjunto no resultan significativas en relación con los respectivos suelos no quemados.

9. Tanto en el brezal seco de *E. scoparia* como en el de *E. vagans* el banco de semillas encontrado tras incendio es superior al correspondiente al estudio *in situ*; por lo que concluimos que las condiciones ambientales del estudio *ex situ*, así como la metodología utilizada, han resultado más favorables para la germinación, obteniéndose así una información sobre el banco de semillas que supera a las emergencias reales que se producen en cada localidad.

10. La distribución de las semillas en profundidad en el suelo quemado, en los tres brezales se mantiene la mayor abundancia en el horizonte superior que en el inferior. En el brezal húmedo de *E. ciliaris* estas diferencias entre horizontes no resultan significativas, y en ambos se observa un claro predominio de las Ericáceas; en el brezal seco de *E. scoparia* tampoco resultan significativas, predominando las Herbáceas, seguidas de Ericáceas; y en el de *E. vagans* sí que se observan diferencias significativas, predominando las Ericáceas, y en menor medida las Herbáceas. Esta distribución de la composición del banco en el suelo quemado en cuanto a los grupos de especies predominantes, resulta similar al no quemado en los dos primeros, y muy diferente en el tercero.

11. Si se comparan los correspondientes horizontes del suelo no quemado y quemado, en el brezal húmedo de *E. ciliaris* para el horizonte superior, que presenta un banco menor, las diferencias son estadísticamente significativas, mientras que para el inferior no; en el brezal seco de *E. scoparia*, con bancos cuantitativamente similares, no existen diferencias significativas en ninguno de los dos horizontes, y en el de *E. vagans*, con un banco superior en los dos horizontes, las diferencias son significativas en los dos casos.

12. Analizando la composición del suelo no quemado en cuanto a los grupos de especies considerados, en el brezal húmedo de *E. ciliaris* se incrementan las Leñosas Ericáceas, disminuyendo significativamente las Leñosas Fabáceas y las Herbáceas en conjunto; en el brezal seco de *E. scoparia* las Leñosas Ericáceas se incrementan significativamente y el de las Herbáceas Poáceas disminuye; cambios que también se producen en el de *E. vagans*.

CONCLUSIONES GENERALES

Las Ericáceas estudiadas, difieren entre sí en cuanto a su nivel y a su ritmo de germinación control, lo que posiblemente esté relacionado con su tipo de dormición. Además, también difieren en cuanto a la variabilidad interanual y con el almacenamiento a corto plazo de dicho nivel de germinación, que se modifica en cuatro de ellas y no lo hace en cinco, destacando entre ellas *E. australis* y *E. cinerea* por su ausencia de germinación.

Las **temperaturas** alcanzadas en el suelo en los incendios forestales pueden estimular la germinación en seis de las especies estudiadas y reducirla en cuatro de ellas según su intensidad, lo que concuerda con un posible efecto de escarificación y de pérdida de viabilidad por exceso de calor. Además, cuatro de ellas no modifican su germinación, destacando entre ellas nuevamente *E. australis* y *E. cinerea*, que no germinan. Esta respuesta también presenta variabilidad interanual, y con el almacenamiento a corto plazo cuyo principal efecto es el del incremento de su efecto reductor con las temperaturas de intensidad alta o incluso media, destacando *E. umbellata* como la única que puede incrementar su germinación con dichas intensidades.

El **humo** incrementa la germinación en la mayoría de las especies estudiadas, concordando con el posible efecto funcional de su principio activo, presentando escasa variabilidad interanual y con el almacenamiento a corto plazo. Su efecto reductor, ocasionado por otros compuestos inhibidores presentes en el humo se aprecia ocasionalmente en *E. tetralix* y *E. vagans*. Nuevamente, *E. australis* y *E. cinerea* no germinan.

El estudio del banco de semillas edáfico por el procedimiento de germinación “in situ” muestra un total de emergencias próximo a 1000 plántulas/m² en el brezal seco de *Erica scoparia*, y un rango de variación entre 500-1500 plántulas/m² en el de *Erica vagans*, durante un periodo de tiempo próximo a los dos años tras incendio; de las cuales menos de la mitad se producen en el primer año en casi todas las localidades.

En cuanto al ritmo de germinación, entre las leñosas, las Ericáceas pueden hacerlo de forma continuada a corto plazo presentando un máximo de germinación en torno al primer año, o incluso el segundo; mientras que las Fabáceas presentan una germinación concentrada en los primeros meses tras incendio.

Se ha verificado la germinación de la práctica totalidad de las especies leñosas y herbáceas características de estas comunidades, entre las cuales destacan por su importancia cuantitativa a nivel local en los dos brezales *Erica umbellata*.

En relación con el estudio del banco de semillas edáfico por el procedimiento de germinación “ex situ” o método indirecto, cuantitativamente resulta que se trata de bancos pequeños en el caso del brezal húmedo de *Erica vagans*, que no superan las 1000 semillas/m², algo mayor en el del brezal seco de *Erica ciliaris*, con unas 2000 semillas/m² y algo mayores a los anteriores y similares a los descritos por otros autores en Galicia en el caso de la comunidad de *Erica scoparia* con unas 4000 plántulas/m², todos ellos en el suelo no quemado.

El fuego actúa de forma diferente en el banco de semillas de los brezales estudiados, que se reduce en el brezal seco de *Erica scoparia* y en el de *Erica ciliaris*, y se incrementa en el de *Erica vagans*. Analizando la composición del suelo no quemado y quemado en cuanto a los grupos de especies considerados, en el brezal húmedo de *E. ciliaris* se incrementan las Leñosas Ericáceas, disminuyendo significativamente las Leñosas Fabáceas y las Herbáceas en conjunto; en el brezal seco de *E. scoparia* las Leñosas Ericáceas se incrementan significativamente y el de las Herbáceas Poáceas disminuye; cambios que también se producen en el de *E. vagans*.

BIBLIOGRAFÍA

- ABEL, M. A.; PONS, P. (1998). Effect of prescribed burning on ground foraging ant community in a mediterranean maquis. En: TRABAUD, L. (Ed.). *Fire management and landscape scology. International Association of Wildland Fire*. Fairfield, Washington.
- AIZPURU, I; ASEGINOLAZA, C.; URIBE-ECHEBARRÍA, P. M.; URRUTIA, P.; ZORRAKÍN, I. (1999). *Claves ilustradas de la flora del País Vasco y territorios limítrofes*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.
- AÑORBE, U.; GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J.M.; PÉREZ-FERNÁNDEZ, M.A.; FERNÁNDEZ-SANTOS, B. (1990). Influencia de la temperatura sobre la germinación de semilla de *Cytisus multiflorus* (L'Her) Sweet y *Cytisus oromediterraneus* Riv. Mar. *Studia Oecologica*. **7**. 85-100.
- ARIANOUTSOU, M.; MARGARIS, N.S (1981). Early stages of regeneration after fire in phryganic ecosystem (East Mediterrean). I. Regeneración by seed germination. *Biologie-Ecologie Méditerranéenne*. **8**. 119-128.
- ARRIZABALAGA, A.; MONTAGUD, E.; FONS,R. (1993). Post-fire sucesión in a small mammal community in Monserrat (Catalonia, N.E. Spain). En: Trabaud L.; Prodon R. (Eds.). *Fire in Mediterranean Ecosystems*: 281-292. Commission of the European Communities. Brussels.
- AULD, T. D.; DENHAM, A. (2006). How much seed remains in the soil after a fire?. *Plant Ecology*. **187**. 15–24.
- AULD, T. D.; O' CONNELL, M. A. (1991). Predicting patterns of post-fire germination in 35 eastern Australian Fabaceae. *Australian Journal.of Ecology*., **16**. 53–70.
- BAAMONDE, P. (2005). *Galicia fronte ao lume: historia dunha frustación*. En: DÍAZ FIERROS, F. Y BAAMONDE, P. (Eds.). *Os incendios forestais en Galicia*. Consello da Cultura Galega. Santiago de Compostela.
- BAEZA, M. J.; VALDECANTOS, A.; ALOLOZA, J. A.; VALLEJO, V. R. (2007). Human disturbance and enviromental factors as drivers of long-term post-fire regeneration patterns in Mediterranean forest. *Journal of Vegetation Science*. **18**. 243–252.
- BAKER, K. S.; STEADMAN, K. J.; PLUMMER, J. A.; MERRIT, D. J.; DIXON, K. W. (2005). Dormancy release in Australian fire ephemeral seeds during burial increases germination response to smoke water or heat. *Seed Science Research*. **15**. 339–348.
- BALBOA, X. (1990). *O monte en Galicia*. Edicións Xerais. Vigo.
- BALDWIN, I. T.; STASZAK-KOZINSKI, L.; DAVIDSON, R. (1994). Up in smoke, I. Smoke – derived germination cues for post – fire annual, *Nicotiana attenuata* Torr ex Watson. *Journal of Chemical Ecology*. **20**. 2345–2371.
- BARÁ, S.; VEGA, J.A. (1983). Effects of wildfire on forest soil in the northwestern Spain. *Proceedings of II Symposium of Fire Ecology*. Freiburg.

- BARCELÓ COLL, J.; NICOLÁS RODRIGO, G.; SABATER GARCÍA, B.; SÁNCHEZ TAMES, R. (2001). *Fisiología vegetal*. Editorial Pirámide. Madrid.
- BASANTA, M; DÍAZ VIZCAÍNO, E.; CASAL, M.; MOREY, M. (1989). Diversity measurements in shrubland communities of Galicia (NW Spain). *Vegetatio*. **82**. 105–112.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. (1985). The annual dormancy cycle in buried weed seeds: a continuum. *Biology Science*. **35 (8)**. 492–498.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. (1989). Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. En: LECK, M. A.; THOMAS, V. T.; SIMPSON, R. L. (Eds.). *Ecology of Soil Seeds Banks*. Academic Press. San Diego, California. 53-65.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. (1998). *Seed: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press. San Diego, CA. USA.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*. **14**. 1–16.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. (2007). A revision of Martin's seed classification system, with particular reference to his dwarf-seed type. *Seed Science Research*. **17**. 11-20.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M.; YOSHINAGA, A.; THOMPSON, K. (2005). Germination of drupelets in multi-seeded drupes of the shrub *Leptecophylla tameiameia* (Ericaceae) from Hawaii: a case for deep physiological dormancy broken by high temperature. *Seed Science Research*. **15**. 349–356.
- BAXTER, B. J. M.; VAN STADEN, J.; GRANGER, J. E. (1994). Plant-derived smoke and smoke stracts stimulate seed germination of the fire-climax grass *Themeda triandra*. *Environmental and Experimental Botany*. **34 (2)**. 217-223.
- BERNABÉ, M.; GÓMEZ, V. (1991). *Suelos*. En: Mapa Forestal de España (1:200.000) *Lugo*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- BOND, W.J.; VAN WILGEN, B.W. (1996). *Fire and plants*. Chapman y Hall. London.
- BOND, W.J.; WOODWARD, F.I.; MIDGLEY, G.F. (2005). The global distribution of ecosystems in a world without fire. *New Phytologist* **165**. 525–538.
- BOOJH R.; RAMAKRISHNAN P. S. (1982). Growth strategy of trees related to successional status.I. Architecture and extension growth. *Forest Ecology. Management*, **4**. 359-374.
- BOSSARD, C.C. (1993). Seed germination in the exotic shrub *Cytisus scoparius* (Scotch broom) in California. *Madroño*, **40 (1)**. 47-61.
- BOUCHER, C.; MEETS, M. (2004). Determination of the relative activity of aqueous plant-derived smoke solutions used in seed germination. *South African Journal of Botany*. **70 (2)**. 313 – 318.
- BOUHIER, A. (1979). La Galice. Tesis doctoral. Université de Poitiers.

- BOUHIER, A. (1984). Las formas tradicionales de utilización del monte, su evolución reciente, las perspectivas de porvenir. *Cuaderno Área Ciencias Agrarias*. **5**. 11-28.
- BRADBEER, J. W. (1988). Seed dormancy and germination. Blackie, Glasgow.
- BRADSTOCK, R. A.; AULD, T. D. (1995). Soil temperatures during experimental bushfires in relation to fire intensity: consequences for legume germination an fire management in south-eastern Australia. *Journal Applied Ecology*. **32**. 76–84.
- BROWN, N. A. C. (1993). Promotion of germination of fynbos seeds by plant-derivet smoke. *New Phytologist*. **123**. 575-583.
- BROWN, N.A.C.; BOTHA, P.A. (2004). Smoke seed germination studies and a guide to seed propagation of plants from the mayor families of the Cape Floristic Region, South Africa. *South Africa Journal of Botany*. **70**. 550-581.
- BROWN, A. H. y OOSTERHUIS, L. (1981). The role of buried seed in coppicewoods. *Biology Conservation*. **21**. 19–38.
- BROWN, N. A. C.; VAN STADEN, J. (1997). Smoke as a germination cue: A review. *Plant Growth Regulation*. **22**. 115-124.
- BROWN, N. A. C.; KOTZE, G.; BOTHA P. A. (1993).The promotion of seed germination of Cape Erica species by plant-derived smoke. *Seed Science and Technology*. **21**. 179-185.
- BROWN, N.A.C.; VAN STADEN, J.; BRITS, G.J. (1996). Propagation of Cape Proteaceae, Ericaceae and Restionaceae from seed. *Combined Proceedings of the International Plant Propagator's Society*. **46**. 23-27.
- BROWN, N.A.C.; VAN STADEN, J.; DAWNS, M.I.; JONHSON, T. (2003). Patterns in seed germination response to smoke in plants from the Cape Floristic Region, South Africa. *South Africa Journal of Botany*. **69**. 514-525.
- BUHK, C; HENSEN, I. (2006). “Fire seeders” during early post-fire succession and their quantitative importance in southeastern Spain. *Journal of Arid Enviroments*. **66**. 193–209.
- BUHK, C; HENSEN, I. (2008). Seed longevity of eight species common during early postfire regeneration in south-eastern Spain: A 3-year burial experiment. *Plant Species Biology*. **23**. 18–24.
- CALISZ, S.; MC PEEK, M.A. (1993). Extinction dynamics, population growth and seed banks. An example using an aged-structured annual. *Oecologica*. **95**. 314-320.
- CALVO, R.; TOVAR, V. (1987). *Limitaciones a la fertilidad en áreas serpentinizadas de Galicia*. *Anales de Edafología y Agrobiología*, **46**. 433-438.
- CANADELL, J.; LÓPEZ – SORIA, L. (1998). Lignotuber reserves support regrowth following clipping of two Mediterranean shrubs. *Functional Ecology*. **12**. 31-38.

- CANCIO, E. (1992). Efecto del fuego sobre el banco de semillas en un matorral de *Ulex* de Galicia. *Tesis de licenciatura*. Universidad de Santiago de Compostela.
- CANCIO, E.; REYES, O.; GONZÁLEZ-RABANAL, F.; CASAL, M. (1993). The influence of fire on seed bank in a Galician shrubland (NW Spain). Fire in Mediterranean Ecosystems. En: TRABAUD, L; PRODON, R. (Eds.). *Ecosystems Report Series*. **5**. 161–171.
- CARBALLAS, T. (2003). Los incendios forestales en Galicia. En: CASARES, J.J. (Ed.). *Reflexiones sobre el medio ambiente en Galicia*: 363-415. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.
- CARBALLEIRA, A.; DEVESA, C.; RETUERTO, R.; SANTILLÁN, E.; UCIEDA, F. (1983). *Bioclimatología de Galicia*. Fundación Barrié de la Maza. A Coruña.
- CASAL, M. (1982). Sucesión secundaria tras incendio y roza. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- CASAL, M. (1985). Cambios en la vegetación de matorral tras el incendio en Galicia. En: Estudios sobre Prevención y Efectos Ecológicos de los Incendios Forestales. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*. 93-101. Madrid.
- CASAL, M. (1987). Post-fire dynamics of shrublands dominated by Papilionaceae plants. Influence of Fire on the Stability of Mediterranean Forest ecosystems. *Ecologia Mediterranea*. **13**. 87-98.
- CASAL, J.J.; SÁNCHEZ, R.A. (1998). Phytochromes and seed germination. *Seed Science Research*. **8**. 317-329.
- CASAL, M.; BASANTA, M.; GARCÍA-NOVO, F. (1984). La regeneración de los montes incendiados en Galicia. *Monografías Universidade de Santiago de Compostela* **99**.
- CASAL, M.; BASANTA, M.; GARCÍA-NOVO, F. (1986). Sucesión secundaria de la vegetación herbácea tras el incendio de matorral bajo repoblación forestal de *Pinus*. *Boletín de la Real Sociedad Española de historia Natural*. (Biol.). **82 (1-4)**. 25-34.
- CASAL, M.; BASANTA, M.; GONZÁLEZ, F.; MONTERO, R.; PEREIRAS, X.; PUENTES, A. (1989). Post-fire dynamics in experimental plots of shrubland ecosystems in Galicia (NW Spain). *Proceedings of the third International Symposium on Fire Ecology*. Freiburg.
- CASAL, M.; BASANTA, M.; GONZÁLEZ, F.; MONTERO, R.; PEREIRAS, J.; PUENTES, A. (1990). Post-fire dynamics in experimental plots of shrubland ecosystems in Galicia (NW Spain). En: J.G. GOLDAMMER y M.J. JENKINS (Ed). *Fire in Ecosystem Dynamics*: 33-42. SPB Academic Publishing. The Hague.
- CASAL, M.; PRADO, S.; REYES, O.; RIVAS, M. (2001). Efecto del fuego sobre la germinación de varias especies leguminosas arbustivas. En: *III Congreso Forestal Español*, Mesa, **vol 4**. 475–481. Granada.

- 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.
- CASCUDO, A.; IGLESIA, A.; DÍAZ VIZCAÍNO, E. (1998). Post-fire secondary sucesión in shrubland dominated by *Ulex gallii* Planchon in Galicia (NW Spain). A study of regenerative strategies. *III International Conference on Forest Fire Research: 1813-1825*. Coimbra.
- CASTROVIEJO, S.; TALAVERA S.; AEDO C.; ROMERO C.; SÁEZ L.; SALGUEIRO F. J.; VELAYOS M. (1999). *Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. VII (I)*. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- CLARKE, S.; FRENCH, K. (2005). Germination response to heat and smoke of 22 Poaceae species from grassy woodlands. *Australian Journal of Botany*. **53**. 445-454.
- CLÉMENT, B.; RIVIÈRE, A.; TOUFFET, J. (1980). Répartition des graines au sol dans les landes incendiées des monts d'arrée. *Bulletin Ecology*. 365-371.
- CLEMENTE, A.S.; REGO, F.C.; CORREIA, O.A. (1996). Demographic patterns and productivity of post-fire regeneration in portuguese Mediterranean maquis. *International Journal of Wildland Fire*. **6**. 5-12.
- COELHO, C. A.; SHABESKY, R. A.; WALSH, R. D.; FERRY, J. P.; FERREIRA, A. D. (1990). Responses of surface soil water movement and soil erosion to forest fires in *Eucalyptus globules* and *Pinus Pinaster* forest, Agueda Basin, Portugal. *Proceedings of Internacional Conference of forest Fire Research*. Coimbra.
- CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE. DIRECCIÓN XERAL DE MONTES E MEDIO AMBIENTE NATURAL. (2001). *O bosque avanza*. Xunta de Galicia (Eds.).
- CONSELLERÍA DE MEDIO RURAL. XUNTA DE GALICIA. *Superficie forestal*. [página web]. Disponible en: <[http://www.mediorural.xunta.es/institucional/estadísticas/superficies – agrícolas](http://www.mediorural.xunta.es/institucional/estadísticas/superficies-agrícolas)> Fecha de consulta: 19 Jul. 2010.
- COMMANDER, L. E.; MERRITT, D. J. ; ROKIXH, D. P.; FLEMATTI, G. R.; DIXON, K. W. (2008). Seed germination fo *Solanum* spp. (Solanaceae) for use in rehabilitation and commercial industries. *Austral Journal of Botany*. **56**. 333–341.
- 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.
- CORNIDE, T.; DÍAZ-VIZCAÍNO, E. (2005). Longevidad, viabilidad y germinación de tres leguminosas arbustivas del NW de la Península Ibérica. *Actas del 4º Congreso Forestal Español*. Zaragoza.
- CORNIDE, T.; DÍAZ VIZCAÍNO E.; CASAL, M. (1993). Factores que influyen en la germinación de *Cytisus striatus* (Hill) Rothm. y *Cytisus multiflorus* (L'Her.) Sweet. *Actas del Congreso de la Sociedad Española de Malherbología*. Lugo.

- CORNIDE, T.; DÍAZ VIZCAÍNO, E.; CASAL, M. (2005). *Biodiversity and dynamics of traditional silvopastoral systems in Galicia (NW Spain): Cytisus scrubs*. En: MOSQUERA, M. R.; MC ADAM, J. y RIGUEIRO, A. (Eds.). *Silvopastoralism and sustainable land Management: 248 – 250*. CABI Publishing. Oxfordshire, UK.
- CORNIDE, T.; DÍAZ VIZCAÍNO, E.; CASAL, M. (2006). O sistema tradicional silvopastoral de *Cytisus* en Galicia (*NO España*). Ciclo de desenvolvemento e valoración ambiental. I Congreso de Agroecoloxía e Agricultura Ecolóxica de Galiza.
- CROSTI, R.; LADD, P. G.; DIXON, K. W.; PIOTTO, B. (2006). Post – fire germination: the effect of smoke on seeds of selected species from the central Mediterranean basin. *Forest Ecology and Management*. **221**. 306–312.
- CRUZ, A.; MORENO, J.M. (2001). Lignotuber size of *Erica australis* and its relationship with soil resources. *Journal of Vegetation Science*. **12**. 373-384.
- CRUZ, A.; PÉREZ, B.; QUINTANA, J.R.; MORENO, J.M. (2002). Resprouting in the Mediterranean-type shrub *Erica australis* affected by soil resource availability. *Journal of Vegetation Science*. **13**. 641-650.
- CRUZ, A.; PÉREZ, B.; MORENO, J.M. (2003). Plant stored reserves do not drive resprouting of the lignotuberous shrub *Erica australis*. *New Phytologist*. **157**. 251-261.
- CUCÓ, M.L. (1987). Mecanismos de regeneración. *Quaderns d'ecologia aplicada*. **10**. 45-62.
- DAWS, M. I.; DAVIES, J.; PRITCHARD, H. W.; BROWN, N. A. C.; VAN STADEN, J. (2007). Butenolide from plant – derived smoke enhances germination and seedling growth of arable weed species. *Plant Growth Regulation*. **51**. 73–82.
- DAWS, M. I.; PRITCHARD, H. W.; VAN STADEN, J. (2008). Butenolide from plant-derived smoke functions as a strigolactone analogue: evidence from parasitic weed seed germination. *South African Journal of Botany*. **56**. 700–703.
- DE BANO, L. F. ; DUNN, P. H. ; CONRAD, C.E. (1977). Fire's effect on physical and chemical properties of chaparral soils. En: Symposium on Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems. MOONEY, H. H. y CONRAD, C. E. (Eds.) U.S.D.A. Forest Serv. General Tech. Report. 65 – 74. WO-3. Washington.
- DE BANO, L.F; NEARY, D.G. ; FOLLIOTT, P.F. (1998). *Fire's Effects on Ecosystems*. John Wiley y Sons, Inc. New York.
- DE LANGE, J. H. ; BOUCHER, C. (1990). Autoecological studies on *Audouinia capitata* (Bruniaceae). I. Plant-derived smoke as a seed germination cue. *South African Journal of Botany*. **56**. 700-703.
- DÍAZ-FIERROS, F. (2006). Efectos ecológicos dos incendios forestais. En: DÍAZ-FIERROS, F.; BAAMONDE, P. (Coord.). *Os incendios forestais en Galicia*. Consello da Cultura Galega, Sección de Ciencia, Técnica e Sociedade. Santiago de Compostela. 29–48.

- DÍAZ-FIERROS, F.; BENITO, E.; VEGA, J.; CASTELAO, A.; SOTO, B.; PÉREZ, R.; TABEADA, T. (1990). Solute loss and soil erosion in burnt soil from Galicia (NW Spain). En: Goldammer, J.G. & Jenkins, M. J. (Eds.), *Fire in Scosistem dynamics*: 103-116. SPB Academic publishing. The Hague.
- DÍAZ VIZCAÍNO, E.; IGLESIA, A. (2005). Efecto del fuego (temperatura y humo) sobre la germinación de Ericáceas características de brezales del NW de la Península Ibérica. *Actas del 4º Congreso Forestal Español*, Zaragoza.
- DÍAZ VIZCAÍNO, E.; GARCÍA COLMENERO, O.; IGLESIA RODRÍGUEZ, A. (2002). Comparative study of the short-term post-fire recovery of some scrub communities in the eurosiberian-mediterranean transition zone of the northwest Iberian peninsula. En: Trabaud, L., Prodon R. (Eds.). *Fire and biological processes*. Backhuys Publishers, Leiden. The Netherlands.
- DÍAZ VIZCAÍNO, E.; FERNÁNDEZ BERMÚDEZ, L.; CASAL, M. (2003). Los matorrales de *Erica scoparia* L. y de *Erica vagans* L. en Serra do Careón (Galicia). *VII Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre*. Barcelona.
- DÍAZ VIZCAÍNO, E.; IGLESIA, A.; FERNÁNDEZ, M. (2006). Interannual variability in fire-induced germination responses of the characteristics Ericaceae of the NW Iberian Peninsula. *V International Conference on Forest Fire Research*. Figueira da Foz. Portugal.
- DÍAZ VIZCAÍNO, E. A.; IGLESIA, A.; NAYA, N. (2007). Efecto del fuego sobre la riqueza específica del banco de semillas en brezales secos europeos del NO de la Península Ibérica con *Erica scoparia* y *Erica vagans*. *Libro de resúmenes del I Congreso Nacional de Biodiversidad*. Segovia.
- DÍAZ VIZCAÍNO, E. A.; IGLESIAS, P.; NAYA, N. (2008). Los brezales secos europeos con *Erica scoparia* L. y *Erica vagans* L. del LIC Serra do Careón (Galicia). *Libro de resúmenes de la 1ª Reunión del Grupo de trabajo de Botánica Forestal Aplicada de la S.E.C.F.*. Villablino (León).
- DÍAZ VIZCAÍNO, E. A.; CORNIDE, T.; IGLESIA, A. (2010). Short-term storage and germinative response to fire (temperature and smoke) in Ericaceae species characteristic of heathlands in the NW of the Iberian Peninsula. *VI International Conference on Forest Fire Research*. Portugal.
- 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.
- DREWES, F. E.; SMITH, M. T.; VAN STADEN, J. (1995). The effect of a plant-derived smoke extract on the germination of light-sensitive lettuce seed. *Plant Growth Regulation*. **16**. 205–209.
- FAHN, A. (1985). *Anatomía Vegetal*. Editorial Pirámide. Madrid.
- FENNER, M. (1985). *Seed Ecology*. DUNNET, G. M. ; GIMINGHAM C. H. (Eds.) Chapman y Hall. London.

- FERNÁNDEZ, M. (2007). *Estudio de la variabilidad interanual de la respuesta germinativa frente al fuego de seis especies de Ericáceas características de matorrales de Galicia*. Trabajo Fin de Carrera. Escola Politécnica Superior de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela.
- FERNÁNDEZ-ABASCAL, I.; TÁRREGA, R.; LUIS-CALABUIG, E. (2004) . Ten years of recovery after experimental fire in heathland: effects of sowing native species. *Forest Ecology and Management*. **203**. 147-156.
- FERNÁNDEZ BERMÚDEZ, L. (2002). *Estudio de las primeras etapas de la regeneración tras incendio en brezales de interés para la conservación presentes en Serra do Careón (Galicia)*. Proyecto fin de carrera. Ing. de Montes. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela.
- FERNÁNDEZ-COUTO, T. (2005). Gestión del Riesgo de Incendios en Galicia. *II Conferencia Internacional sobre estrategias de prevención de incendios en el Sur de Europa*. Barcelona.
- FERNÁNDEZ MONTES, M. (2001). *Asignación de modelos de combustible a la vegetación arbustiva en Serra do Careón (Galicia) (LIC de la Red Natura 2000), como base para su gestión*. Proyecto fin de carrera. Ingeniería de Montes. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela.
- FERRANDIS, P.; HERRANZ, J.M.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.J. (1996). The role of soil seed bank in the early stages of plant recovery after fire in a *Pinus pinaster* forest in SE Spain. *International Journal of Wildland Fire*. 31-35.
- FINCH-SAVAGE, W.E.; LEUBNER-METZGER, G.L.(2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*. **171**. 501-523.
- FLEMATTI, G.R.; GHISALBERTI, E.L.; DIXON, K.W.; TRENGOVE, R.D. (2004). A compound from smoke that promotes seed germination. *Science*. **305**. 977.
- FLEMATTI, G. R.; GHISALBERTI, E. L.; DIXON, K. W.; TRENGOVE, R. D. (2005). Synthesis of the seed germination stimulant 3- methyl- 2H- furo [2, 3 – c] pyran – 2 – one. *Tetrahedron Letters*. **46**. 5719 – 5721.
- FLOYD, A. G., (1966). Effect of fire on weed seeds in wet sclerophyll forest of northern New South Wales. *Australian Journal of Botany*. **14**. 243–256.
- FONS, R.; GRABULOSA, I.; FELIU, C.; MÁS-COMA, S. (1993). Postfire dynamics of a small mammal community in Mediterranean forest (*Quercus suber*). En: L. Trabaud & R. Prodon (Eds.), *Fire in Mediterranean Ecosystems*: 259-270. Commission of the European Communities. Brussels.
- FRAGA, M.I.; SAUQUILLO, E.; GARCIA-TASENDE, M. (1990). Los brezales en Galicia (Norte de España), su historia y estado actual. *Travaux du Centre de Géographie Humaine et Sociale*. **17**. 139-145. Université de Poitiers.
- GARCÍA ROLLÁN, M. (1996). *Atlas Clasificador de la Flora de España*.

- GARDNER, M.J.; DALLING, K.J.; LIGHT, M.E.; JÄGER, A.K.; VAN STADEN, J. (2001). Does smoke substitute for red light in the germination of light-sensitive lettuce seeds by affecting gibberellin metabolism? *South Africa Journal of Botany*. **67**. 636-640.
- GILL, A.M. (1977). *Plant traits adaptive to fires in Mediterranean land ecosystems*. En: MOONEY, H. A; CONRAD, C. E. (Eds.). Proceedings of the symposium environmental consequences of fire and fuel management in Mediterranean ecosystems. USDA. *Forest Service General Technology Report*. WO -3. 17-26.
- GILL, A.M.; GROVES, R.H.; NOBLE, I.R. (1981). Fire and the Australian Biota. Canberra. *Australian Academy of Science*.
- GIMINGHAM, C.H. (1972). *Ecology of Heathlands*. Chapman & Hall. London.
- GIMINGHAM, C.H.; SMIDT, J. T. (1983). Heats as natural and semi-natural vegetation. En: Holzner, W.; Werger, M.J.A.; Ikusima, Y. (Eds), *Man's impact on vegetation*: 185-199. Dr. W. Junks Publishers. The Hague.
- GIOVANNINI, G.; LUCCHESI, S.; GIACHETTI, M. (1990). Beneficial and detrimental effects of heating on soil quality. En: J.G. Goldammer & M.J. Jenkins, *Fire in Ecosystem Dynamics*: 95-102. SPB Academics Publishing. The Hague.
- GÓMEZ – GONZÁLEZ, S.; SIERRA – ALMEIDA, A.; CAVIERES, L. A. (2008). Does plant – derived smoke affect seed germination in dominant Woody species of the Mediterranean matorral of central Chile?. *Forest Ecology and Management*. **255**. 1510 – 1515.
- GONZÁLEZ, S.; GHERMANDI, L. (2008). Postfire seed bank dynamics in semiarid grassland. *Plant Ecology*. **199**. 175-185.
- GONZÁLEZ-RABANAL, F.; CASAL, M. (1995). Effect of high temperatures and ash on germination of ten species from gorse shrubland. *Vegetatio*. **116**. 123-131.
- GONZÁLEZ VECÍN, T.; CORNIDE, T.; TABOADA, F.J.; DÍAZ VIZCAÍNO, E.A. (2009). Comparación de dos técnicas de estimulación de la germinación de Leguminosas arbustivas del NO de la Península Ibérica. 5º Congreso Forestal Español. Montes y sociedad. Saber qué hacer. S.E.C.F. Junta C. y L. Eds. Avila.
- GROSS, K. L. (1990). A comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. *Journal of Ecology*. **78**. 1079-1093.
- GUIMAREY, B. (2008). Estudio estructural de *Erica cinerea* L. en un gradiente atlántico – mediterráneo de Galicia. Proyecto Fin de Carrera Ingeniería de Montes. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela.
- GUITIÁN, L. (1993). Sistemas de utilización del espacio y evolución del paisaje vegetal en las sierras orientales de Lugo. En: PÉREZ ALBERTI, A.; GUITIÁN, L. y RAMIL, P. (Eds.). *La evolución del paisaje en las montañas del entorno de los Caminos Jacobeos*: 221-224. Consellería de Relacións Institucionais e Portavoz do Goberno. Xunta de Galicia. Santiago.

- HANLEY, M.E. (2009). Thermal shock and germination in North-West European Genistaceae: implications for heathland management and invasive weed control using fire. *Applied Vegetation Science*. **12**. 385-390.
- HANLEY, M. E.; UNNA, J. E.; DARVILL, B. (2003). Seed size and germination response: a relationship for fire-following plant species exposed to thermal shock. *Oecologia*. **134**.18-22.
- HARPER, J. L. (1970). A Darwinian approach to plant ecology. In: HAZEN, W. E. (Ed.). Readings in population and community ecology. W. B. Saunders Co. Philadelphia. 14–16.
- HARPER, J.L. (1977). *Population Biology of Plants*. Ademic Press, New York.
- HERMIDA, M. J. (2003). Estudio del efecto del fuego sobre el banco de semillas edáfico y sobre la germinación de especies leñosas en brezales de interés para conservación de Galicia. Proyecto fin de carrera. Ingeniería Agrónoma. Escuela Politécnica Superior de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela.
- HERRANZ, J. M.; FERRANDIS, P.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J. (1998). Influence of heat on seed germination of seven Mediterranean *Leguminosae* species. *Plant Ecology*. **136**. 95-103.
- IGLESIA, A.; CASCUDO, A.; DÍAZ VIZCAÍNO, E. (1998a). Preliminary post-fire secondary sucesión in shubland dominated by *Ulex gallii* Planchon in inland Galicia (NW Spain). En: Trabaud, L. (Ed). *Fire Manament and Landscape Ecology*. International Association of Windland Fire. Washington.
- IGLESIA, A.; CASCUDO, A.; DÍAZ VIZCAÍNO, E. (1998b). Post-fire self-succession in shrubland dominated by *Erica australis* L. in inland Galicia (NW Spain). A Study of regenerative strategies. *III International Conference on Forest Fire Research*. Coimbra. Portugal.
- IGLESIA, A.; CASCUDO, A.; DÍAZ VIZCAÍNO, E. (2000). *Comparación de la dinámica de la vegetación tras fuego controlado e incendio forestal en matorrales del interior de Galicia*. Actas de la Reunión sobre quemas prescritas. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales. **9**. 115-122.
- IGLESIAS, P. (2008). Estudio de la regeneración a corto plazo de *E. scoparia* L. y *Erica vagans* L. tras incendio y roza. Proyecto Fin de Carrera Ingeniería de Montes. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela.
- ISTA. (1985). Handbook on tetrazolium testing. International Seed Testing Association. Zurich. Switzerland.
- ISTA. (1999). Reglas Internacionales para Ensayos de Semillas. Ensayo topográfico al Tetrazolio. Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería. España.
- IVENS, W. G. (1983). The influence of temperature on germination of gorse (*Ulex europaeus* L.). *Weed Research*. **23**. 207-216.
- IZCO, J.; AMIGO, J. (2002). Formación fruticosas de Galicia: Matogueiras e Arbustedos. En: *Galicia. Natureza*. Tomo XLIII: Botánica, 287 – 427. RIGUEIRO, A. (Coord.) Hércules Ediciones, S. A. A Coruña.

- IZCO, J.; SÁNCHEZ, (1995). Revisión crítica del listado de flora endémica gallega. *Botánica Macaronésica.*, **21**. 75–84.
- IZCO, J.; AMIGO, J.; GARCÍA - SAN LEÓN, D. (1999). Análisis y clasificación de la vegetación leñosa de Galicia (España). *Lazaroa*. **20**. 2-47.
- IZHAKI, Y.; ADAR, M. (1994). The effect of post-fire management on bird community succession in an east-mediterranean natural pine-forest on Mount Carmel, Israel. *Proceedings of the 2nd International Conference on Forest Fire Research*, 1181-1190. Coimbra.
- JÄGER, A. K.; LIGHT, M. E.; VAN STADEN, J. (1996a). 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*. **30(1)**. 121-129.
- JÄGER, A. K.; STRYDEM, A.; VAN STADEN, J. (1996b). The effects of ethylene, octanoic acid and a plant-derived smoke extract on the germination of light-sensitive lettuce seeds. *Plant Growth Regulation*.
- JAIN, N.; STIRK, W. A.; VAN STADEN, J. (2008a). Cytokinin and auxin-like activity of a butenolide isolated from plant-derived smoke. *South African Journal of Botany*. **74**. 327–331.
- JAIN, N.; SOOS, V.; BALAZS, E.; VAN STADEN, J. (2008b). Changes in cellular macromolecules (DNA, RNA and protein) during seed germination in tomato, following the use of a butenolide, isolated from plant-derived smoke. *Plant Growth Regulation*. **54**. 105–113.
- KEELEY, J. E. (1986). Resilience of Mediterranean shrub communities to fires. En: DELL, B.; HOPKINS, A.J.M. y LAMONT, B.B. (Eds.). *Resilience in Mediterranean-type Ecosystems*: 95-112. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- KEELEY, J.E. (1987). Role of fire in seed germination of woody taxa in California chaparral. *Ecology*. **68**. 434-443.
- KEELEY, J. E. (1991). Seed germination and life history syndromes in the California chaparral. *Botanical Review*. **57**. 81 – 116.
- KEELEY, J.E.; FOTHERINGHAM, C.J. (1997). Trace Gas Emissions and Smoke-Induced Seed Germination. *Science*. **276**. 1248-1251.
- KEELEY, J.E.; FOTHERINGHAM, C.J. (1998a) Mechanisms of smoke-induced germination in a post-fire chaparral annual. *Journal of Ecology*. **86**. 27-36.
- KEELEY, J.E.; FOTHERINGHAM, C.J. (1998b). Smoke-induced seed germination in California chaparral. *Ecology*. **79**. 2320–2336.
- KEELEY, J.E.; FOTHERINGHAM, C.J. (2000). Role of fire in regeneration from seed. En: FENNER, M. (Ed.). *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. 2nd Edition. CABI Publishing. Wallingford. UK. ISBN: 0-85199-432-3. 311–330.
- KEELEY, J.E.; KEELEY, S.C. (1987). Role of fire in the germination of chaparral herbs and suffrutescents. *Madroño*. **34**. 240-249.

- KEELEY, S. C.; KEELEY, J. E.; HUTCHINSON, S. E.; JOHNSON, A. W. (1981). Postfire succession of the herbaceous flora in southern California chaparral. *Ecology*. **62**. 1608–1621.
- KEELEY, J.E.; MORTON, B.A.; PEDROSA, A.; TROTTER, P. (1985). Role of allelopathy, heat and charred wood in the germination of chaparral herbs and suffrutescents. *Journal of Ecology*. **73**. 445-458.
- KELLMAN, M. (1970). The viable seed content of some forest soil in coast British Columbia. *Canadian Journal of Botany*, **48**. 1383-1385.
- KENNY, B. (2000). The influence of multiple fire-related germination cues on three Sydney *Grevillea* (Proteaceae) species. *Austral Ecology*, **25**: 664-669.
- KROCK, B.; SCHMIDT, S. HERTWECK, C.; BALDWIN, I. T. (2002). Vegetation-derived abscisic acid and four terpenes enforce dormancy in seeds of the post-fire annual, *Nicotiana attenuate*. *Seed Science Research*. **12**. 239–252.
- KRUGER, F. J.; BIGALKE, R. C. (1984). Fire-fynbos. En: POOYSEN, P. V.; TAINTON, N. M. (Eds.). *Ecological effects of fire in south african ecosystems*. 67–114. Springer – Verlag. Berlin.
- KUHLBUSH, T. A.; LOBERT, J. M.; CRUTZEN, P. J.; WARNECK, P. (1991). Molecular nitrogen emissions from denitrification during biomass burning. *Nature*. **351 (6322)**. 135-137.
- LEK, M. A. ; PARKER, V. T. ; SIMPSON, R. L. (1989). *Ecology of soil seed banks*. Academic Press. Inc. San Diego. California.
- LE MAITRE, D.C.; JONES, C.A. ; FORSYTH, G.G. (1992). Survival of eight woody sprouting species following an autumn fire in Swartboskloof, Cape Province, South Africa. *South African Journal of Botany*. **58**. 405-413.
- LEPART, J. ; ESCARRE, J. (1983). La succession végétale, mécanismes et modèles : analyse bibliographique. *Bulletin d'Ecologie*. **14**. 133-178.
- LIGHT, M.E.; VAN STADEN, J. (2004). The potential of smoke in seed technology, *South African Journal of Botany*. **70**. 97-101.
- LIGHT, M.E.; GARDNER, M.J.; JÄGER, A.K.; VAN STANDEN, J. (2002). Dual regulation of seed germination by smoke solutions. *Plant Growth Regulation*. **37**. 135-141.
- LIGHT, M. E.; BURGER, B. V.; VAN STADEN, J. (2005). Formation of a seed germination promoter from carbohydrates and amino acids, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **53**. 5936 – 5942.
- LIGHT, M. E.; DAWS, M. J.; VAN STADEN, J. (2009). Smoke – derived butenolide: Towards understanding its biological effects. *South African Journal of Botany*. **75**. 1 – 7.
- LIVINGSTON, R.B.; ALLESSIO, M.L. (1968). Buried viable seed in successional field and forest stands, Harvard Forest, Massachusetts. *Bulletin Torrey Botany Club*, **95**. 58-69.

- LOBERT, J. M.; SCHARFFE, D. H.; HAO, W. M.; CRUTZEN, P. J. (1990). Importance of biomass burning in the atmospheric budgets of nitrogen-containing gases. *Nature*, **346** (6284): 552-554.
- LÓPEZ, B.; GUITIÁN, J. (1988). Evolución de las comunidades de aves después del incendio en pinares de la Galicia occidental. *Ardeola*. **35** (1). 97-107.
- LÓPEZ, J.; DEVESA, J.A.; RUÍZ, T.; ORTEGA - OLIVENCIA, A. (1999). Seed germination in Genisteae (Fabaceae) from south-west Spain. *Phyton*. **39** (1). 107-129.
- LÓPEZ URIBARRI, L. (2006). Estudio del efecto del fuego (temperatura y humo) sobre la germinación de especies herbáceas características de matorrales de Galicia. Proyecto fin de carrera, Ingeniería de Montes. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela.
- LÓPEZ – SORIA, L.; CASTELL, C. (1992). Comparative genet survival after fire in Woody Mediterranean species. *Oecologia*. **91**. 493–499.
- LUIS – CALABUIG, E.; TÁRREGA, R.; CALVO, L.; MARCOS, E.; VALBUENA, L. (2000). History of landscape changes in north-west Spain according to land use and Management. En: TRABAUD, L. (Ed.). *Life and environment in Mediterranean ecosystems*. 43–86. Wit Press. Southampton.
- LUNA, B.; MORENO, J. M.; CRUZ, A.; FERNÁNDEZ - GONZÁLEZ, F. (2007). Heat-shock and seed germination of a group of Mediterranean plant species growing in a burned area: an approach base on plant functional types. *Environ Experimental Botany*. **60**. 324–333.
- LLORET, F. (2004). Régimen de incendios y regeneración. En: VALLADARES, F. (Eds.). *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*: 101-126. Ministerio de Medio Ambiente. EGRAF, S. A. Madrid.
- LLORET, F.; L. LÓPEZ - SORIA. (1993). Resprouting of *Erica multiflora* after experimental fire treatments. *Journal of Vegetation Science*. **4**. 367-374.
- MA, G. H.; BUNN, E.; DIXON, K.; FLEMATTI, G. (2006). Comparative enhancement of germination and vigour in seed and somatic embryos by the smoke chemical 3-methyl-2H-furo(2,3-c)pyran-2-one in *Balioskion tetraphyllum* (Restionaceae). *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*. **42**. 305–308.
- MACÍAS, F.; CALVO, R. (2005). *Mapa de solos de Galicia. Escala 1: 50.000 (hoja 96, Arzúa)*. Xunta de Galicia.
- MAGURRAN, A. E. (1989). *Diversidad ecológica y su medición*. Editorial Vedral. Barcelona.
- MAJOR, J.; PYOTT, W. (1966). Buried, viable seeds in two California bunchgrass sites and their bearing on the definition of a flora. *Vegetatio*. **13**. 253-282.
- MALLIK, A. U.; HOBBS, R. J.; LEGG, C. J. (1984). Seed dynamics in *Calluna-Arctostaphylos* heath in north-eastern Scotland. *Journal of Ecology*. **72**. 855–871.
- MAREN, I. E.; VANDVIK, V. (2009). Fire and regeneration: the role of seed Banks in the dynamics of Northern heatlands. *Journal of Vegetation Science*. **20**. 871–888.

- MAREN, I. E.; JANOVSKY, Z.; SPINDELBOCK, J. P.; DAWS, M. I.; KALAND, P. E.; VANDVICK, V. (2010). Prescribed burning in northern heathlands: *Calluna vulgaris* germination cues and seed-bank dynamics. *Plant Ecology*. **207**. 245–256.
- MARTIN, A.C. (1946). The comparative internal morphology of seeds. *American Middle Nature*., **36**. 513-660.
- MARTÍN PIERA, F. (1997). Apuntes sobre biodiversidad y conservación de los insectos: dilemas, ficciones y ¿soluciones?. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. **20**. 25-55.
- MARTÍNEZ CORTIZAS, A.; CASTILLO, F.; PÉREZ ALBERTI, A., VALCÁRCEL, M. ; BLANCO, R. (2000). *Atlas climático de Galicia*. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.
- MASON, R.L; GUNST, R.F.; HESS, J.L . (1989). *Statistical Design and Analysis of Experiments*. Wiley.
- MATILLA, A.J. 2008. Desarrollo y germinación de las semillas. En: Azcón-Bieto, J.; Talón, M. (Eds.). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*: 537-558. Mc.Graw-Hill. Interamericana. Barcelona.
- MATTHE, PH. (1968). *La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne)*. *Geology Alpine*. **44**. 142–295. Trab. Lab. Geol. Univ. Grenoble. France.
- MERRIT, D.J.; KRISTIANSEN, M.; FLEMATTI, G.R.; TURNER, S.R.; GHISALBERTI, E.L.; TRENGOVE, R.D.; DIXON, K.W. (2006). Effects of a butenolide present in smoke on light-mediated germination of Australian Asteraceae. *Seed Science Research*. **16**. 29-35.
- MERRIT, D.J., TURNER, S.R., CLARKE, S.; DIXON, K.W. (2007). Seed dormancy and germination stimulation syndromes for Australian temperate species. *Australian Journal of Botany*. 336-344.
- MESGARAN, M. B.; MASHHADI, H. R.; ZAND, E.; ALIZADEH, H. M. (2007). Comparison of three methodologies for efficient seed extraction in studies of soil weed seedbanks. *Weed Research*. **47**. 472–478.
- MESLEARD, F.; LEPART, J. (1991). Germination and seedling dynamics of *Arbutus unedo* and *Erica arborea* on Corsica. *Journal of Vegetation Science*. **2**. 155-164.
- MILES, J. (1979). *Vegetation dynamics*. Chapman & Hall. London.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, MEDIO RURAL Y MARINO. *Visor SIGPAC*. Mapas de localización de las parcelas. [página web]. Disponible en: <<http://www.sigpac.mapa.es/feqa/visor>> Fecha de consulta: 4 Jul. 2010.
- MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A.; VINING, G. G. (2002). Introducción al análisis de regresión lineal. Editorial Grupo Patria Cultural. México.
- MOORE, R.; CLARKE, W. D.; STERN, K.R.; VODOPICH, D. (1998). *Botany*. Mc Graw-Hill. Internacional Student Edition.

- MOREIRA, B.; TORMO, J.; ESTRELLES, E.; PAUSAS, J.G. 2010. Disentangling the role of heat and smoke as germination cues in Mediterranean Basin flora. *Annals of Botany*, **105**: 627-635.
- MORENO, J.M.; OECHEL, W.C. (1991). Fire intensity effects on germination of shrubs and herbs in southern Californian chaparral. *Ecology*. **72**. 1993–2004.
- MORENO, J. M.; VÁZQUEZ, A.; VÉLEZ, R. (1998). Recent history of forest-fires in Spain. En: MORENO, J. M. (Ed.). *Largue fires*. Buckhuys Publishers. Leiden. 159–185.
- NAYA, N. (2006). Estudio del efecto del fuego sobre la germinación in situ en brezales de interés para conservación de Serra do Careón (Galicia). Proyecto fin de carrera. Universidad de Santiago de Compostela.
- NAVEH, Z. (1975). The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. *Vegetatio*. **3**. 199 - 208.
- NAVEH, Z. (1990). Fire in the Mediterranean. A Landscape ecological perspectiva. En: GOLDAMMER J.G. y JENKINS M.J. (Eds.), *Fire in Ecosystem Dynamics*: 1-20. SPB Academic Publishing. The Hague.
- NE' EMAN, G.; HENING – SEVER, N.; ESHEL, A. (1999). Regulation of the germination of *Rhus coriaria*, a post – fire pioneer, by heat, ash, Ph, water potencial and ethylene. *Physiologia Plantarum*. **106**. 47 – 52.
- NIKOLAEVA, M.G. (1969). *Physiology of deep dormancy in seeds*. Izdatel'stvo "Nauka", Leningrado.
- NIKOLAEVA, M.G. (1977). *The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination*. A. A. Khan, Amsterdam / Nueva York.
- NOBLE, J.C., SMITH, A.W., y LESLIE, H.W. (1980). Fire in the mallee shrubland of western South Wales. *Australian Range Journal*, **2**. 104-114.
- Ooi, M.K., AULD, T.D.; WHELAN, R.J. (2006). Dormancy and the fire-centric focus: germination of three *Leucopogon* species (*Ericaceae*) from South-eastern Australia. *Annals of Botany*. 421-430.
- OVERBECK, G.E.; MÜLLER, S.C.; PILLAR, V.D.; PFADENHAUER, J. (2006). No heat-stimulated germination found in herbaceous species from burned subtropical grassland. *Plant Ecology*. 184-237.
- PATIÑO, F.; DE LA GARZA, P.; VILLAGOMEZ; TALAVERA, I.; CAMACHO, F. (1983). *Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Subsecretaría Forestal. Boletín Divulgativo N° **63**. México D.F.
- PAULA, S. y OJEDA, F. (2006). Resistance of three co-occurring resprouter Erica species to highly frequent disturbance. *Plant Ecology*. **18**. 329-336.
- PAUSAS, J. G.; VALLEJO, V. R. (1999). The role of FIRE in European Mediterranean ecosystems. En: CHUVIECO, E. (Ed.) *Remote sensing of large wildfires in the European Mediterranean basin*. Springer – Verlag. 3–16.

- PAUSAS, J. G.; CARBÓ, E.; CATURLA, R. N.; GIL, J. M.; VALLEJO, R. (1999). Post – fire regeneration patterns in the Eastern Iberian Peninsula. *Acta Oecologica*. **20** (5). 499–508.
- PAUSAS, J.G.; BRADSTOCK, R.; KEITH, D.A.; KEELEY, J.E. (2004). Plant functional traits in relation to fire in crown-fire ecosystems. *Ecology*. **85**. 1085-1100.
- PEÑA, D. (2002). *Regresión y diseño de experimentos*. Alianza Editorial.
- PEREIRAS, J. (1984). *Estudio de los principales efectos de incendios y rozas sobre la germinación de semillas de tojo (Ulex europaeus)*. Tesina de licenciatura, Universidad de Santiago de Compostela.
- PEREIRAS, J. (1995). Cambios estructuráis en comunidades de mato incendiadas en Galiza. *Tesis doctoral*. Universidad de Santiago de Compostela.
- PEREIRAS J.; PUENTES, M. A.; CASAL, M. (1985). Efecto de las altas temperaturas sobre la germinación de las semillas del tojo (*Ulex europaeus* L.). *Stvdia Oecologica*. **VI**. 125-133.
- PEREIRAS, J.; CASAL, M.; MONTERO, R.; PUENTES, M. A. (1990). Post-fire secondary sucesión under different ecological conditions in shrub vegetation of Galicia (NW Spain). *Proceedings of International Conference Forest Fire Research*. Coimbra.
- PÉREZ-FERNÁNDEZ, M.A.; RODRÍGUEZ-ECHEVERRÍA, S. (2003). Effect of smoke, charred wood, and nitrogenous compounds on seed germination of ten species from Woodland in central-western Spain. *Journal of Chemical Ecology*. **29** (1). 237-251.
- PIERCE, S. M.; COWLING, R. M. (1991). Dynamics of soil-stored seed banks of six shrubs in fire-prone dune fynbos. *Journal of Ecology*. **79** (3). 731-747.
- PONS, T. L. (1989). Dormancy and germination of *Calluna vulgaris* (L.) Hull and *Erica tetralix* L. seeds. *Acta Oecologica. Oecology of. Plants*. **10** (1). 35–43.
- PUENTES, M. A.; PEREIRAS, J.; CASAL, M. (1985). Dinámica de la población de plántulas de *Ulex europaeus* L. tras incendio, y su relación con la microtopografía. *Stvdia Oecologica* . **VI**.135-148.
- PUENTES, M. A.; PEREIRAS, J.; CASAL, M. (1987). Estudio del banco de semillas de *Ulex Europaeus* L. En matorrales de Galicia (NW España). *Revue d'ecologie et biologie du sol*. **25**(2). 215-224.
- PURDIE, R.W. (1977). Early stages of regeneration after burning in dry sclerophyle vegetation. I. Regeneration of the understorey by vegetative means. *Australian Journal of Botany*, **25**. 21-34.
- QUINTANA, J.R.; CRUZ, A.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; MORENO, J.M. (2004) Time of germination and establishment succes after fire of three obligate seeders in a Mediterranean shrubland of central Spain. *Journal of Biogeography*. 241-249.
- QUINTEIRO, A. (2002). Aplicación del estudio del banco de semillas del suelo y su respuesta al fuego en la elección del lugar de instalación de una explotación agrícola. *Proyecto Fin de Carrera modalidad Trabajo de Investigación*. Universidad de Santiago de Compostela.

- RAMIL REGO, P.; SANTAMARINA FERNÁNDEZ, J.; FREIRE DAPENA, J.A. (Coords.) (2008): Sistema de Información Territorial da Biodiversidade (SITEB). Xunta de Galicia.
- READ, T.R.; BELLAIRS, S.M. (1999). Smoke affects the germination of native grasses of New South Wales. *Australian Journal of Botany*. **47**. 563-576.
- REAL JARDÍN BOTÁNICO. CSIC. FUNDACIÓN UNIVERSIDAD. *Anthos* Sistema de información de las plantas de España. Real Jardín Botánico, CSIC. Mapas de distribución.. [página web]. Disponible en: < <http://www.anthos.es> > Fecha de consulta: 18 En. 2009.
- REY, O. (1995). Capítulo II. Cuestiones de fondo: montes y bosques de Galicia. Importancia económica y formas de dominio. En: Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico. *Montes y política forestal en la Galicia del antiguo régimen*. Universidad de Santiago de Compostela.
- REY, R. (2007). *Estudio estructural y dendroecológico de Calluna vulgaris L. Hull y Erica umbellata Loefl. ex L. en matorrales de interés para la conservación*. Proyecto fin de carrera. Universidad de Santiago de Compostela.
- REYES, O.; CASAL, M. (2008). Regeneration models and plant regenerative types related to the intensity of fire in Atlantic shrubland and Woodland species. *Journal of Vegetation Science*. **19**. 575–583.
- REYES, O.; QUINTEIRO, A. (2001). Influencia del fuego sobre el banco de semillas del suelo de leguminosas arbustivas de cinco comunidades vegetales. *III Congreso Forestal Español*. Tomo **IV**: 456-462. Granada.
- REYES, O.; TRABAUD, L. (2009). Germination behaviour of 14 Mediterranean species in relation to fire factors: smoke and heat. *Plant Ecology*. **202**. 113- 121.
- REYES, O.; BASANTA, M.; CASAL, M.; DÍAZ VIZCAÍNO, E. (2000). *Functioning and dynamics of Woody plant ecosystems in Galicia (NW Spain)*. En: TRABAUD, L. (Ed.). *Life an Enviroment in the Mediterranean*. 1 - 42. Wit Press. Southampton.
- RIBA, M. (1998). Effects of intensity frequency of crown damage on resprouting of *Erica arborea* L. (Ericaceae). *Acta Oecologica*. **19(1)**. 9-16.
- RIGUEIRO, A.; SILVA –PANDO, F. J. (1984). *Aportaciones a la flora de Galicia*. I Anales Jardín Botánico de Madrid. **40 (2)**.385–395.
- RIVAS, M.; REYES, O.; CASAL, M. (2006). Influence of heat and smoke treatments on the germination of six leguminous shrubby species. *International Journal of Wildland Fire*. **15**. 73-80.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1979). *Brezales y jarales de Europa Occidental (Revisión Fitosociológica de las clases Calluno-Ulicetea y Cisto-Lavanduletea)*. Lazaroa. I. Departamento de Botánica de Farmacia, Universidad Complutense.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Serie técnica. I. C. O. N. A., M. A. P. A.

- ROBERTS, H. A. (1981). Seed banks in soil. *Advanced Applied Biology*. **6**. 1-55.
- ROCES, J. V. (2009). Estudio de la regeneración tras gran incendio forestal en brezales secos europeos de *Erica australis* L. El caso de Muñís (Navia de Suarna, Lugo). Proyecto fin de carrera. Ingeniería de Montes. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela.
- ROCHE, S.; DIXON, K. W.; PATE, J. S. (1997). Seed ageing and smoke: partner cues in the amelioration of seed dormancy in selected Australian native species. *Australian Journal of Botany*. **45**. 783–815.
- RODRÍGUEZ GUTIÁN, M.A.; RAMIL REGO, P. (2008). Fitogeografía (NW Ibérico): análisis histórico y una nueva propuesta corológica, *Recursos Rurais*. **1 (4)**.19-50.
- RODRÍGUEZ IGLESIAS, F. (1996). *Galicia, xeografía*. Editorial Hércules. A Coruña.
- RODRÍGUEZ OUBIÑA, J. (1986). *Estudio fitosociológico de las brañas de la provincia de A Coruña*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- ROSSINI OLIVA, S.; LEIDI, E. O.; VALDÉS, B. (2009). Germination responses of *Erica andevalensis* to different chemical and physical treatments. *Ecology Research*. **24**. 655 – 661.
- RUBIRA, J. L. P.; BUENO, L. O. (1996). *Cultivo de Plantas Forestales en Contenedor*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Mundi-Prensa. Madrid.
- RYAN, K. C. (1991). Vegetation and wildland fire: implications of global climate change. *Environment Internacional*. **17**. 169-178.
- SAN MIGUEL, A.; ROIG, S.; CAÑELLAS, I. (2008). *Fruticicultura. Gestión de matorrales y arbustados*. 877-907. En: Serrada, R.; Montero, G. y Reque, J. (Eds.) Compendio de Selvicultura Aplicada en España. INIA-Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.
- SCHWACHTJE, J.; BALDWIN, I. T. (2004). Smoke exposure alters endogenous gibberellin and abscisic acid pools and gibberellin sensitive while eliciting germination in the post-fire annual, *Nicotiana attenuata*. *Seed Science Research*. **14**. 51–60.
- SIMPSON, R.L., LECK, M.A.; PARKER, V.T. (1989). Seed banks: General concepts and methodological issues. In : LECK, M.A. ; PARKER, V.T. ; SIMPSON (Ed.) *Ecology of Soil Seed Banks*. 3-8. Academic press, Inc. San Diego, California.
- SINEIRO, F. (1983). El tojo como recurso de la agricultura gallega, Cuadernos del Área de Ciencias Agrarias 4. Edicions do Castro, Sada, A Coruña.
- SMALL, J.G.C.; GARNER, C.J. (1980). Gibberellin and stratification required for the germination of *Erica junonia*, an endangered species. *Z. Pflanzenphysiol Bg.*, **99**. 179-182.
- SMALL, J.G.C.; ROBERTSE, P.J.; GROBELAAR, N.; BADENHORST, C.M. (1982). The effect of time of application and sterilization method of gibberellic acid, and temperature on the seed germination of *Erica junonia*, an endangered species. *South African Journal of Botany*. **1**. 139-141.

- SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. (1979). *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Editorial Blume. Madrid.
- SOÑORA, F. J. (1995). *Estudio das matagueiras da área coruñesa do subsector Galaico-asturiano septentrional*. Memoria de licenciatura en Biología. Universidad de Santiago de Compostela.
- SOTO, B. (1993). Influencia de los incendios forestales en la fertilidad y erosionabilidad de los suelos de Galicia. *Tesis Doctoral*. Universidad de Santiago de Compostela.
- STEVENS, J. C.; MERRIT, D. J.; FLEMATTI, G. R.; GHISALBERTI, E. L.; DIXON, K. W. (2007). Seed germination of agricultural weeds is promoted by the butenolide – methyl-2H-furo(2,3-c)pyran-2-one under laboratory and field conditions. *Plant in Soil*. **298**. 113–124.
- SUTCLIFFE, M.A.; WHITEHEAD, C.S. (1995). Role of ethylene and short-chain saturated fatty acids in the smoke-stimulated germination of *Cyclopic* seed. *Journal of Plant Physiology*. **145**. 271-276.
- TABOADA DÍAZ, F.J., CORNIDE PAZ, T., DÍAZ VIZCAÍNO, E.A. (2009). Germinación de siete Leguminosas arbustivas del NO de la Península Ibérica en un gradiente experimental de sequía. 5º Congreso Forestal Español. Montes y sociedad. Saber qué hacer. S.E.C.F. Junta C. y L. Eds. Avila.
- TAKHTAJAN, A. (1996). *Anatomia seminum comparative*. **Vol. 5. Dycotyledones. Rosidae I**. St. Petersburg, Mir et Semja.
- TÁRREGA, R.; LUIS - CALABUIG, E. (1987). Effects of fire on structure, dynamics and regeneration of *Quercus pyrenaica* ecosystems. *Ecología Mediterranea*. **XIII (4)**. 79-86.
- TÁRREGA R.; CALVO, L.; TRABAUD, L. (1992). Effect of high temperatures on seed germination of two woody Leguminosae. *Vegetatio*. **102**. 139-147.
- TER HEERDT, G. N. J.; VERWEIJ, G. L.; BEKKER, R. M.; BAKKER, J. P. (1996). An improved method for seed bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology*. **10**. 144 – 155.
- THANOS, C. A.; GEORGHIOU, K. (1988). Ecophysiology of fire-stimulated seed germination in *Cistus incanus* ssp. *C. creticus* and *C. salvifolius*. *Plant, Cell Environment*, **11**. 841–849.
- THOMAS, T.H. (1992). Some reflections on the relationship between endogenous hormones and light-mediated seed dormancy. *Plant Growth Regulation*. **11**. 239-248.
- 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.
- THOMAS, P.B.; MORRIS, E.CH.; AULD, T.D. (2007). Response surfaces for the combined effects of heat shock and smoke on germination of 16 species forming soil seed banks in south-east Australia. *Austral Ecology*: **32**. 605-616.

- THOMPSON, K.; BAND, S. R. (1997). Survival of a lowland heathland seed bank after a 33-year burial. *Seed Science Research*. **7**. 409-411.
- THOMPSON, K.; GRIME, J.P. (1979). Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology*. **67**. 893-921.
- THOMPSON, K.; BAKKER, J.P.; BEKKER, R.M. (1997). The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. Cambridge University Press. U.K.
- TIEU, A.; DIXON, K. W.; MENEY K. A.; SIVASITHAMPARAM, K. (2001). The interaction of heat and smoke in the release of seed dormancy in seven species from Southwestern Western Australia. *Annuary of Botany*. **88**. 259–265.
- TRABAUD, L. (1970). Quelques valeurs et observations sur la phyto-dynamique des surfaces incendiées dans le Bas-Languedoc. *Naturalia Monspeliensia*. **21**. 231–242.
- TRABAUD, L. (1979). Etude du comportement du feu dans la Garrigues de chene kermes à partir des temperaturas et des vite nes de propagation. *Annales des Sciences Forestieres*. **36**. 13–38.
- TRABAUD, L. (1980) (a). Impact biologique et ecologique des feux de végétation sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation des zones de garrigues du bas-Languedoc. *Thèse d'Etat Acd*. Montpellier.
- TRABAUD, L. (1980) (b). Influence du feu sur les semences enfouies dans les couches superficielles du sol d'une garrigue de Chêne kermes . *Naturalia Monspeliensia, Sér. Bot.* **39**.1-12.
- TRABAUD, L. (1981). Man and fire: Impacts on Mediterranean vegetation. En: DI CASTRI, F.; GOODALL, D. W.; SPECHT, R. L. (Eds.). *Mediterranean type shrublands*. Elsevier, Amsterdam, NL. 523–537.
- TRABAUD, L. (1987a). Natural and prescribed fire: survival strategies of plants and equilibrium in Mediterranean ecosystems. In "*Plant responses to stress*". (Eds JD Tenhunen FM Catarino, OL Lange, W Oechel) 607. (Springer-Verlag: Berlín).
- TRABAUD, L. (1987b). Fire and survival traits of plants. En: Trabaud, L., (Ed.) *Role of fire in ecological systems*. Hague, The Netherlands: SPB Academic Publishers. 65-89.
- TRABAUD, L. (1994). Diversite de la banque de semences du sol d'une foret mediterraneenne de *Quercus ilex*. *Biological Conservation*. **69**. 107–114.
- TRABAUD, L. (1991). Fire regimes and phytomass growth dynamics in *Quercus coccifera* garrigue. *Journal of Vegetation Science*, **2**. 307-314.
- TRABAUD, L.; OUSTRIC, J. (1989). Haat requirements foe seed germination of three *Cistus* species in the garrige of Southern France. *Flora*, **183**. 321-325.
- TUTIN, T. G.; HEYWOOD, V. H.; BURGES, N.A.; MOORE, D. M.; VALENTINE, D. H.; WALTERS, S. M. y WEBB: D. A. (1964 - 1980). *Flora Europaea*. **Vol, I, II, III, IV, V**. Cambridge University Press.

- UNDERWOOD, A.J. (1997). *Ecological Experiments: their Logical Design and Interpretation using Analysis of Variance*. (Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido).
- VALBUENA, L. (1995). El banco de semillas del suelo y su papel en la recuperación de las comunidades incendiadas. *Tesis doctoral*. Universidad de León.
- VALBUENA, L.; TRABAUD, L. (1995). Comparison between the soil seed Banks of a burnt and an unburnt *Quercus pyrenaica* Willd. Forest. *Vegetatio*. **119 (1)**. 81–90.
- VALBUENA, L.; TRABAUD, L. (2001). Contribution of the soil seed bank to post-fire recovery of a heathland. *Plant Ecology*. 175-183.
- 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.
- VALBUENA, L.; TÁRREGA, R.; LUIS, E. (2000). Seed bank of *Erica australis* and *Calluna vulgaris* in a heathland subjected to experimental fire. *Journal of Vegetation Science*. **11**. 161–166.
- VALDÉS, C.M.; GIL, L. (2001). *Tercer Inventario Forestal Nacional. La transformación histórica del paisaje forestal en Galicia*. Ministerio de Medio Ambiente.
- VALLADARES, F.; PEÑUELAS, J.; CALABUIG, E. L. (2005). Ecosistemas terrestres. En: MORENO, J. M. (Ed.). *Evaluación de los impactos del cambio climático en España*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 65–122.
- VAN STADEN, J.; DREWES, F. E.; JÄGER, A. K.; (1995a). The search for germination stimulants in plant-derived smoke extracts. *South African Journal of Botany*. **61**. 260–263.
- VAN STADEN, J.; JÄGER, A. K.; STRYDOM, A. (1995b). Interaction between a plant-derived smoke extract, light and phytohormones on the germination of light-sensitive lettuce seeds. *Plant Growth Regulation*. **17**. 213–218.
- VAN STADEN, J.; BROWN, N.A.C.; JAGER, A. K.; JOHNSON, T.A. (2000). Smoke as a germination cue. *Plant Species Biology*. **15**. 167-178.
- VAN STADEN, J.; JÄGER, 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**. 654-659.
- VEGA, J.A.; BARA, S.; VILLAMUERA, M.A. ; ALONSO, M. (1982). *Erosión después de un incendio forestal*. Departamento Forestal zonas húmedas de Lourizán. 24.
- VEGA, J.A.; PÉREZ-GOROSTIAGA, P.; CUIÑAS, P.; FONTURBEL, M.T.; FERNÁNDEZ, M.C. (2001). *Manual de queimas prescritas para matogueiras de Galicia*. Xunta de Galicia, Consellería de Medio Ambiente.
- VERA, M. L. (1997). Effects of altitude and seed size on germination and seedling survival of heathlands plants in north Spain. *Plant Ecology*. **133**. 101 – 106.

- VERA, D. T.; PARRA, R.; ROSSINA OLIVA, S. (2010). Effect of chemical and physical treatments on seed germination of *Erica australis*. *Annales Botanici Fennici*, **47**. 353-360.
- VESK, P.A.; WESTOBY, M. (2004). Sprouting ability across diverse disturbances and vegetation types worldwide. *Journal of Ecology*. **92**. 310-320
- VESK, P.A.; LEISHMAN, M.R.; WESTOBY, M. (2004). Simple traits do not predict grazing response in Australian dry shrublands and woodlands. *Journal of Applied Ecology*. **41**. 22-31.
- VIGNA, M. R.; FERNÁNDEZ, O. A.; BREVEDAN, R. E. (1983). Germinación de *Solanum elaeagnifolium* cav. *Studia Oecologica*. **II/2**. 167-182.
- VILÁ, M.; LLORET, F. (1996). Herbivory and neighbour effects on the sprout demography of the Mediterranean shrub *Erica multiflora* (Ericaceae). *Acta Oecologica*. 127-138.
- VILÁ, M.; WEINER, J.; TERRADAS, J. (1994). Effect of local competition on resprouting of *Arbutus unedo* after clipping. *Journal of Vegetation Science*. **5**. 145–152.
- VILLIERS, A.J.; VAN ROOYEN, M.V.; THERON, G.K. (1994). Comparison of two methods for estimating the size of the viable seed bank of two plant communities in the Strandveld of the west coast, South Africa. *South African Journal of Botany*. 81-84.
- WHIPPLE, S. A. (1978). The relationship of buried, germinating seed to vegetation in an old-growth Colorado subalpine forest. *Canadian Journal of Botany*. **56**. 1505–1509.
- WHITTAKER, E.; GIMINGHAN, C. (1962). *The effects of fire on regeneration of Calluna vulgaris* (L.) Hull. from seed. *Journal of Ecology*. **50**. 815-822.
- WILLAN, R.L. (1991). *Guía para la manipulación de semillas forestales, estudio con especial referencia a los trópicos*. FAO Montes. **20/2**.
- WILLS, T. J.; READ, J. (2007). Soil seed bank dynamics in post-fire heathland succession in south-eastern Australia. *Plant Ecology*. **190**. 1–12.
- XUNTA DE GALICIA. CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE. (2001). O monte galego en cifras. Xunta de Galicia. (Eds.).
- ZAMMIT , C. A. (1988). Dynamics of resprouting in the lignotuberous shrub *Banksia oblongifolia*. *Australian Journal of Ecology*. 311-320.
- ZAMMIT, C. A.; ZEDLER, P. H. (1988). The influence of dormant shrubs, fire and time since fire on soil seed Banks in mixed chaparral. *Vegetatio*. **75**. 175–187.
- ZEDLER , P. H.; GAUTIER, C. H.; MCMASTER, G. S. (1983). Vegetation change in response to extreme events. The effect a short return interval between fires in California chaparral and coastal scrub. *Ecology*. **64**. 809–818.

ANEXO DE DATOS

Brezales secos de <i>Erica scoparia</i>								
Parcela de Melide	(nº de plántulas)							Total plántulas
	Tiempo (meses)							
	0	5	9	12	16	18	25	
Especies								
Leñosas								
Ericáceas								
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	0	0	2	14	47	15	25	103
<i>Erica cinerea</i> L.	0	0	3	9	20	12	9	53
<i>Erica umbellata</i> L.	0	0	59	103	531	100	48	841
<i>Erica scoparia</i> L.	0	0	0	1	62	21	53	137
Fabáceas								
<i>Genista micrantha</i> Gómez Ortega	0	0	0	11	2	0	1	14
<i>Ulex</i> sp.	0	0	52	15	0	3	3	73
Herbáceas								
Asteráceas								
<i>Bellis sylvestris</i> Cyr.	0	0	0	2	2	0	3	7
<i>Centaurea janeri</i> Gaells	0	0	0	6	0	0	6	12
<i>Cirsium filipendulum</i> Lange	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat	0	0	4	6	2	1	1	14
<i>Pulicaria odora</i> (L.) Reichenb	0	0	0	1	0	1	0	2
<i>Serratula tinctoria</i> L.	0	0	0	5	0	0	0	5
Fabáceas								
<i>Lotus corniculatus</i> L.	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Lotus hispidus</i> DC. *	0	0	3	46	0	0	1	50
<i>Lotus</i> sp.	0	0	1	13	0	0	0	14
<i>Ornithopus perpusillus</i> L. *	0	0	9	32	0	0	0	41
<i>Vicia</i> sp.	0	0	0	4	0	0	0	4
Poáceas								
<i>Agrostis canina</i> L.	0	0	1	2	3	0	0	6
<i>Agrostis capillaris</i> L.	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Agrostis curtisii</i> Kerguélen	0	0	8	7	5	0	1	21
<i>Avenula sulcata</i> (Gay ex Boiss.) Dumort	0	0	0	0	0	0	3	3
Otras herbáceas								
<i>Filipendula vulgaris</i> Moench.	0	0	0	8	6	2	0	16
<i>Galium</i> sp.	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Juncus bufonius</i> L. *	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Juncus capitatus</i> Weigel*	0	0	0	7	1	0	12	20
<i>Plantago maritima</i> L.	0	0	3	22	3	0	5	33
<i>Polygala vulgaris</i> L.	0	0	6	1	2	0	0	9
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raensch	0	0	0	5	0	4	7	16
Otras spp. herbáceas	0	0	0	3	1	0	0	4
Total leñosas	0	0	116	153	662	151	139	1221
Ericáceas	0	0	64	127	660	148	135	1134
Fabáceas	0	0	52	26	2	3	4	87
Total herbáceas	0	0	35	171	27	8	43	284
Asteráceas	0	0	4	20	4	2	11	41
Fabáceas	0	0	13	95	0	0	2	110
Poáceas	0	0	9	9	8	0	6	32
Otras	0	0	9	47	15	6	24	101
Anuales*	0	0	13	104	1	0	13	131
Perennes	0	0	21	61	23	8	30	143
TOTAL	0	0	151	324	689	159	182	1505

Tabla 1: Número de plántulas de las diferentes especies, y, agrupadas en Leñosas (Ericáceas y Fabáceas) y Herbáceas (Anuales (*) y Perennes), (Asteráceas, Fabáceas, Poáceas y Otras herbáceas), en los sucesivos muestreos del estudio del banco de semillas *in situ* en el Brezal Seco Europeo de *Erica scoparia*, localidad de Melide. (Superficie total muestreada: 1280 cm²).

Brezales secos de <i>Erica scoparia</i>							
Parcela Orosa	(nº de plántulas)						Total plántulas
	Tiempo (meses)						
	0	5	9	12	16	19	
Especies							
Leñosas							
Ericáceas							
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	0	0	14	5	1	0	20
<i>Erica cinerea</i> L.	0	0	0	4	0	0	4
<i>Erica umbellata</i> L.	0	0	7	1	0	0	8
<i>Erica scoparia</i> L.	0	0	20	10	0	0	30
Fabáceas							
<i>Ulex</i> sp.	0	56	10	0	1	0	67
Herbáceas							
Asteráceas							
<i>Bellis sylvestris</i> Cyr.	0	0	0	0	2	3	5
<i>Centaurea jeneri</i> Gaells	0	0	0	0	1	2	3
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.*	0	0	1	0	0	0	1
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	0	0	0	0	1	1	2
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat	0	0	2	3	5	5	15
<i>Pulicaria odora</i> (L.) Reichenb	0	0	0	5	0	10	15
<i>Senecio vulgaris</i> L.*	0	0	0	0	2	0	2
<i>Scorzonera humilis</i> L.	0	0	0	0	52	12	64
Fabáceas							
<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	0	0	1	0	13	2	16
<i>Lotus corniculatus</i> L.	0	0	2	2	65	3	72
<i>Lotus hispidus</i> DC.*	0	0	0	0	0	61	61
<i>Ornithopus perpusillus</i> L.*	0	0	0	0	2	0	2
<i>Trifolium campestre</i> Schreber*	0	0	5	0	120	0	125
<i>Trifolium striatum</i> L.*	0	0	3	0	1	33	37
<i>Trifolium strictum</i> L.*	0	0	0	0	22	16	38
<i>Vicia peregrina</i> L.*	0	0	3	0	1	0	4
Poáceas							
<i>Agrostis capillaris</i> L.	0	0	0	0	13	8	21
<i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) Beauv.	0	0	0	0	16	26	42
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	0	0	0	0	1	2	3
<i>Festuca</i> sp.	0	0	0	0	31	18	49
<i>Holcus lanatus</i> L.	0	0	0	1	8	3	12
Otras herbáceas							
<i>Anagalis arvensis</i> L.*	0	0	0	0	1	0	1
<i>Asterolinum linum-stellatum</i> (L.) Duby *	0	0	0	0	0	1	1
<i>Daucus carota</i> L.	0	0	0	0	80	68	148
<i>Euphorbia exigua</i> L.*	0	0	1	0	0	22	23
<i>Hypericum humifusum</i> L.	0	0	0	1	0	0	1
<i>Juncus capitatus</i> Weigel*	0	0	0	0	5	25	30
<i>Linum trigynum</i> L.*	0	0	0	0	36	71	107
<i>Plantago lanceolata</i> L.	0	0	0	20	0	26	46
<i>Plantago maritima</i> L.	0	0	0	0	1	0	1
<i>Polygala vulgaris</i> L.	0	1	10	0	5	11	27
<i>Sonchus oleraceus</i> L.*	0	0	0	0	1	2	3
<i>Viola canina</i> L.	0	0	1	0	0	0	1
Otras spp. Poáceas	0	0	0	0	6	1	7
Otras spp. herbáceas	0	0	0	0	5	9	14
Total leñosas	0	56	51	20	2	0	129
Ericáceas	0	0	41	20	1	0	62
Fabáceas	0	56	10	0	1	0	67
Total herbáceas	0	1	29	32	496	441	999
Asteráceas	0	0	3	8	63	33	107
Fabáceas	0	0	14	2	224	115	355
Poáceas	0	0	0	1	69	57	127
Otras	0	1	12	21	140	236	410
Anuales*	0	0	15	2	256	234	507
Perennes	0	1	14	30	229	197	471
TOTAL	0	57	80	52	498	441	1128

Tabla 2: Número de plántulas de las diferentes especies y agrupadas en Leñosas (Ericáceas y Fabáceas) y Herbáceas (Anuales (*) y Perennes), (Asteráceas, Fabáceas, Poáceas y Otras herbáceas) en los sucesivos muestreos del estudio del banco de semillas *in situ* en el Brezal Seco Europeo de *Erica scoparia*, localidad de Orosa. (Superficie total muestreada: 1280 cm²).

Brezales secos de <i>Erica vagans</i>							
Parcela Pena Armada (nº plántulas)							
	Tiempo (meses)						Total plántulas
	0	4	7	9	14	20	
Especies							
Leñosas							
Ericáceas							
<i>Daboecia cantabrica</i> (Hudson) C.-Koch	0	0	0	0	2	3	5
<i>Erica cinerea</i> L.	0	0	0	0	0	1	1
Fabáceas							
<i>Ulex</i> sp.	0	0	142	21	5	0	168
Otras leñosas							
<i>Lithodora prostrata</i> (Loisel.) Grises	0	0	0	4	7	2	13
Herbáceas							
Asteráceas							
<i>Cirsium filipendulum</i> Lange	0	0	0	3	0	0	3
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	0	0	1	0	0	0	1
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat	0	0	2	7	2	0	11
Fabáceas							
<i>Lotus corniculatus</i> L.	0	0	16	6	1	1	24
<i>Lotus hispidus</i> DC. *	0	0	0	3	0	0	3
<i>Trifolium</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1
Poáceas							
<i>Agrostis canina</i> L.	0	0	0	0	2	1	3
<i>Agrostis capillaris</i> L.	0	0	0	4	0	0	4
<i>Avenula sulcata</i> (Gay ex Boiss.) Dumort	0	0	17	14	20	4	55
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC	0	0	0	9	2	0	11
Otras herbáceas							
<i>Carex pululifera</i> L.	0	0	0	0	3	0	3
<i>Pedicularis sylvatica</i> L.	0	0	0	0	0	5	5
<i>Polygala vulgaris</i> L.	0	0	0	47	11	1	59
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raenscher	0	0	0	4	5	0	9
<i>Sesamoides purpurascens</i> (L.) G. López	0	0	0	1	0	0	1
<i>Viola canina</i> L.	0	0	0	5	1	0	6
Otras spp. Poáceas	0	0	0	0	2	0	2
Otras spp. herbáceas	0	0	0	0	1	2	3
Total leñosas	0	0	142	25	14	6	187
Ericáceas	0	0	0	0	2	4	6
Fabáceas	0	0	142	21	5	0	168
Otras	0	0	0	4	7	2	13
Total herbáceas	0	0	36	103	50	15	204
Asteráceas	0	0	3	10	2	0	15
Fabáceas	0	0	16	9	1	2	28
Poáceas	0	0	17	27	24	5	73
Otras	0	0	0	57	23	8	88
Anuales*	0	0	0	3	0	0	3
Perennes	0	0	36	100	47	12	195
TOTAL	0	0	178	128	64	21	391

Tabla 3: Número de plántulas de las diferentes especies y agrupadas en Leñosas (Ericáceas y Fabáceas) y Herbáceas (Anuales (*) y Perennes), (Asteráceas, Fabáceas, Poáceas y Otras herbáceas) en los sucesivos muestreos del estudio del banco de semillas *in situ* en el Brezal Seco Europeo de *Erica vagans*, localidad de Pena Armada. (Superficie total muestreada: 800 cm²).

Brezales secos de <i>Erica vagans</i> (nº de plántulas)								
Parcela Hospital	Tiempo (meses)							Total plántulas
	0	4	9	13	15	20	24	
Especies								
Leñosas								
Ericáceas								
<i>Calluna vulgaris</i> L.	0	0	0	0	0	4	1	5
<i>Erica cinerea</i> L.	0	0	0	13	0	2	1	16
<i>Erica umbellata</i> L.	0	0	0	359	4	141	81	585
<i>Erica vagans</i> L.	0	0	0	10	0	16	8	34
Fabáceas								
<i>Genista micrantha</i> Gómez Ortega	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Ulex</i> sp.	0	8	41	6	0	0	1	56
Otras leñosas								
<i>Lithodora prostrata</i> (Loisel.) Grises	0	0	0	1	0	1	0	2
Herbáceas								
Asteráceas								
<i>Bellis sylvestris</i> Cyr.	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat	0	23	0	21	12	18	3	77
<i>Pulicaria odora</i> (L.) Reinchenb	0	0	2	0	0	0	0	2
Fabáceas								
<i>Lotus corniculatus</i> L.	0	6	11	1	3	3	0	24
<i>Ornithopus perpusillus</i> L.*	0	0	2	2	0	0	0	4
Poáceas								
<i>Agrostis curtisii</i> Keruëlen	0	0	0	10	0	0	0	10
<i>Avenula sulcata</i> (Gay ex Boiss.) Dumort	0	0	0	15	0	2	0	17
Otras herbáceas								
<i>Galium</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Pedicularis sylvatica</i> L.	0	0	0	0	2	1	0	3
<i>Polygala vulgaris</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raensch	0	4	0	3	0	0	0	7
<i>Radiola linoides</i> Roth*	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Viola canina</i> L.	0	0	0	3	0	0	0	3
Total leñosas	0	8	41	389	5	164	92	699
Ericáceas	0	0	0	382	4	163	91	640
Fabáceas	0	8	41	6	1	0	1	57
Otras	0	0	0	1	0	1	0	2
Total herbáceas	0	34	17	57	17	24	3	152
Asteráceas	0	23	3	22	12	18	3	81
Fabáceas	0	6	13	3	3	3	0	28
Poáceas	0	0	0	25	0	2	0	27
Otras	0	5	1	7	2	1	0	16
Anuales*	0	0	2	3	0	0	0	5
Perennes	0	34	15	54	17	24	3	147
TOTAL	0	42	58	446	22	188	95	851

Tabla 4: Número de plántulas de las diferentes especies y agrupadas en Leñosas (Ericáceas y Fabáceas) y Herbáceas (Anuales (*) y Perennes), (Asteráceas, Fabáceas, Poáceas y Otras herbáceas) en los sucesivos muestreos del estudio del banco de semillas *in situ* en el Brezal Seco Europeo de *Erica vagans*, localidad de Hospital. (Superficie total muestreada: 800 cm²).

COMUNIDAD DE ERICA CILIARIS NO QUEMADO								
ESPECIE	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	6 meses	12 meses	18 meses
LEÑOSAS								
Ericaceae								
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	0	0	6	6	9	9	23	23
<i>Daboecia cantabrica</i> (Hudson) C. Koch	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Erica ciliaris</i> L.	0	0	7	13	28	30	63	74
<i>Erica cinerea</i> L.	0	0	5	6	21	21	21	146
<i>Erica umbellata</i> L.	0	0	6	6	42	42	64	71
Fabaceae								
<i>Cytisus striatus</i> (Hill) Rothm.	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ulex</i> sp.	0	1	2	2	2	3	3	17
HERBÁCEAS								
Poaceae								
<i>Agrostis capillaris</i> L.	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Agrostis curtisii</i> Kerguélen	0	0	20	27	33	33	45	47
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Festuca</i> sp.	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Holcus lanatus</i> L.	0	0	3	3	4	4	4	4
<i>Pseudarrhenatherum longifolium</i> (Thore) Rouy	0	0	0	0	0	0	0	3
Sp.	0	0	0	0	0	0	0	1
Otras herbáceas								
<i>Anagallis arvensis</i> L.	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Carex pilulifera</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Hypericum humifusum</i> L.	0	0	3	4	5	6	6	6
<i>Juncus bufonius</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Schoenus nigricans</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sesamoides purpurascens</i> (L.) G. López	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Spergula arvensis</i> L.	0	0	2	4	4	4	4	4
Otras spp. herbáceas (3 especies)	0	0	0	2	2	2	2	3
Total leñosas	0	1	26	33	102	106	175	333
Ericaceae	0	0	24	31	100	103	172	315
Fabaceae	0	1	2	2	2	3	3	18
Total herbáceas	2	3	33	45	53	54	66	80
Poaceae	0	1	26	33	40	40	52	58
Otras herbáceas	2	2	7	12	13	14	14	22
Anuales *	0	2	4	6	6	6	6	7
Perennes	0	1	29	37	45	46	58	69
TOTAL	2	4	59	78	155	160	241	413
RIQUEZA ESPECÍFICA								
TOTAL	1	3	13	15	15	16	16	24
Leñosas	0	1	5	5	5	6	6	7
Herbáceas	1	2	8	10	10	10	10	17
Horizonte 1	1	2	11	12	13	14	15	21
Horizonte 2	0	1	10	11	11	11	11	12

Tabla 5: Composición del banco de semillas (número de plántulas germinadas) y riqueza específica en el banco de semillas *ex situ* en el Brezal Húmedo de *E. ciliaris* no quemado, a lo largo del tiempo de estudio. (Anuales (*)).

COMUNIDAD DE ERICA CILIARIS QUEMADO								
ESPECIE	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	6 meses	12 meses	18 meses
LEÑOSAS								
Ericaceae								
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	0	0	1	1	3	3	8	8
<i>Daboecia cantabrica</i> (Hudson) C. Koch	0	0	0	2	3	4	5	5
<i>Erica ciliaris</i> L.	0	17	19	20	23	24	42	46
<i>Erica cinerea</i> L.	0	0	1	1	10	10	10	80
<i>Erica umbellata</i> L.	0	0	2	3	27	27	69	125
Fabaceae								
<i>Ulex sp.</i>	0	1	1	1	2	2	2	3
HERBÁCEAS								
Poaceae								
<i>Agrostis canina</i> L.	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Agrostis curtisii</i> Kerguelen	0	0	4	4	4	4	6	6
<i>Holcus mollis</i> L.	0	1	1	1	1	1	1	1
Otras herbáceas								
<i>Hypericum humifusum</i> L.	0	0	1	3	3	3	4	4
<i>Juncus bufonius</i> L.*	0	0	0	0	0	0	0	2
PTERIDÓFITAS								
<i>Asplenium marinum</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1
Total leñosas	0	18	24	28	68	70	136	267
Ericaceae	0	17	23	27	66	68	134	264
Fabaceae	0	1	1	1	2	2	2	3
Total herbáceas	0	2	7	9	9	9	12	14
Poaceae	0	2	6	6	6	6	8	8
Otras herbáceas	0	0	1	3	3	3	4	6
Anuales	0	0	0	0	0	0	0	2
Perennes	0	2	7	9	9	9	12	12
Total pteridófitas	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	0	20	31	37	77	79	148	282
RIQUEZA ESPECÍFICA								
TOTAL	0	4	8	10	10	10	10	12
Leñosas	0	2	5	6	6	6	6	6
Herbáceas	0	2	3	4	4	4	4	6
Horizonte 1	0	3	7	9	9	9	9	11
Horizonte 2	0	1	2	3	5	5	6	7

Tabla 6: Composición del banco de semillas (número de plántulas germinadas) y riqueza específica en el banco de semillas *ex situ* en el Brezal Húmedo de *E. ciliaris* quemado, a lo largo del tiempo de estudio. (Anuales (*)).

COMUNIDAD DE ERICA SCOPARIA NO QUEMADO								
ESPECIE	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	6 meses	12 meses	18 meses
LEÑOSAS								
Ericaceae								
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	0	0	0	0	1	1	3	6
<i>Erica cinerea</i> L.	0	0	12	14	15	15	15	15
<i>Erica scoparia</i> L.	0	0	0	0	0	0	39	45
<i>Erica umbellata</i> L.	0	0	12	13	13	13	13	14
Fabaceae								
<i>Ulex</i> sp.	0	1	2	2	2	2	2	7
HERBÁCEAS								
Asteraceae								
<i>Filago vulgaris</i> Lam.*	0	5	5	5	5	5	5	7
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat	13	17	20	20	20	21	23	23
<i>Pulicaria odora</i> (L.) Reichenb	2	6	6	6	6	8	15	15
Fabaceae								
<i>Trifolium campestre</i> Scherber*	0	0	1	1	1	2	2	3
<i>Trifolium</i> sp.	18	27	29	29	29	32	32	32
Poaceae								
<i>Agrostis canina</i> L.	0	29	32	32	33	33	33	39
<i>Agrostis capillaris</i> L.	0	3	5	5	5	5	5	5
<i>Agrostis curtisii</i> Kerguelen	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) Beauv.	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	0	7	9	9	9	9	9	10
<i>Festuca</i> sp.	0	6	11	11	11	11	11	12
<i>Holcus lanatus</i> L.	0	0	1	2	2	2	2	2
Otras herbáceas								
<i>Anagallis arvensis</i> L.*	95	120	123	124	124	127	131	142
<i>Carex pilulifera</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Centaureum erythraea</i> Rafn*	0	0	0	0	8	12	15	15
<i>Daucus carota</i> L.	4	16	17	17	17	19	19	19
<i>Hypericum humifusum</i> L.	0	0	8	10	10	10	12	13
<i>Jasione montana</i> L.*	0	142	156	156	156	156	163	163
<i>Juncus bufonius</i> L.*	0	0	0	0	0	0	4	7
<i>Juncus capitatus</i> Weigel*	0	0	0	0	0	0	9	13
<i>Polygala vulgaris</i> L.	0	28	32	32	32	32	32	34
<i>Radiola linoides</i> Roth*	0	0	9	16	17	17	17	17
<i>Sesamoides purpurascens</i> (L.) G. López	0	60	65	65	65	66	69	69
<i>Spergula arvensis</i> L.*	0	0	31	35	37	37	37	37
Otras spp. herbáceas (5 especies)	0	1	3	4	4	5	6	6
Total leñosas	0	1	26	29	31	31	72	87
Ericaceae	0	0	24	27	29	29	70	80
Fabaceae	0	1	2	2	2	2	2	7
Total herbáceas	132	467	563	579	592	610	652	689
Asteraceae	15	28	31	31	31	34	43	45
Fabaceae	18	27	30	30	30	34	34	35
Poaceae	0	45	58	59	61	61	61	70
Otras herbáceas	99	367	444	459	470	481	514	539
Anuales *	95	267	325	337	348	356	383	404
Perennes	37	199	235	238	240	249	263	279
TOTAL	132	468	589	608	623	641	724	776
RIQUEZA ESPECIFICA								
TOTAL	5	15	24	25	28	28	32	34
Leñosas	0	1	3	3	4	4	5	5
Herbáceas	5	14	21	22	24	24	27	29
Horizonte 1	5	15	22	23	26	26	29	31
Horizonte 2	5	12	20	21	22	23	28	29

Tabla 7: Composición del banco de semillas (número de plántulas germinadas) y riqueza específica en el banco de semillas *ex situ* en el Brezal Seco Europeo de *E. scoparia* no quemado a lo largo del tiempo de estudio. (Anuales (*))

COMUNIDAD DE ERICA SCOPARIA QUEMADO								
ESPECIE	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	6 meses	12 meses	18 meses
LEÑOSAS								
Ericaceae								
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	0	2	3	4	15	15	17	17
<i>Erica cinerea</i> L.	0	0	12	20	57	57	57	72
<i>Erica scoparia</i> L.	0	0	0	0	0	0	57	67
<i>Erica umbellata</i> L.	0	0	25	40	63	63	64	73
<i>Erica vagans</i> L.	0	0	0	0	1	1	1	1
Fabaceae								
<i>Ulex</i> sp.	0	1	1	1	1	1	1	5
Otras leñosas								
<i>Lithodora prostrata</i> (Loisel.) Grises.	0	0	0	1	1	1	1	1
HERBÁCEAS								
Asteraceae								
<i>Centaurea janeri</i> Gaells	0	2	2	2	2	2	2	2
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat	27	38	38	38	38	40	40	41
<i>Pulicaria odora</i> (L.) Reichenb	1	6	6	6	6	6	7	7
Fabaceae								
<i>Trifolium campestre</i> Scherber*	0	0	1	2	2	2	2	3
<i>Trifolium</i> sp.	26	26	26	26	26	26	26	26
Poaceae								
<i>Agrostis canina</i> L.	0	6	8	8	8	8	8	8
<i>Agrostis capillaris</i> L.	0	2	4	4	4	4	4	4
<i>Agrostis curtisii</i> Kerguelen	0	0	1	1	2	2	2	2
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Festuca</i> sp.	0	6	8	8	8	8	8	8
Otras herbáceas								
<i>Anagallis arvensis</i> L.*	77	107	114	119	127	162	184	184
<i>Centaurium erythraea</i> Rafn*	0	1	1	2	3	3	3	3
<i>Hypericum humifusum</i> L.	0	0	1	2	2	2	4	4
<i>Jasione montana</i> L.*	0	66	79	80	80	80	83	83
<i>Juncus bufonius</i> L.*	0	0	0	0	0	0	17	17
<i>Juncus capitatus</i> Weigel*	0	0	0	0	0	0	13	13
<i>Plantago maritima</i>	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Polygala vulgaris</i> L.	0	1	2	2	2	2	2	2
<i>Radiola linoides</i> Roth*	0	0	6	7	7	7	7	10
<i>Sesamoides purpurascens</i> (L.) G. López	0	23	30	30	30	30	35	35
<i>Spergula arvensis</i> L.*	0	6	16	17	17	17	17	17
<i>Viola canina</i> L.	0	2	2	2	2	2	2	2
Otras spp. herbáceas (5 especies)	1	5	5	6	7	7	7	8
PTERIDÓFITAS								
Sp.	0	0	0	0	0	0	0	1
Total leñosas								
	0	3	41	66	138	138	198	236
Ericaceae	0	2	40	64	136	136	196	230
Fabaceae	0	1	1	1	1	1	1	5
Otras leñosas	0	0	0	1	1	1	1	1
Total herbáceas								
	132	297	351	363	374	412	475	481
Asteraceae	28	46	46	46	46	48	49	50
Fabaceae	26	26	27	28	28	28	28	29
Poaceae	0	14	22	22	23	23	23	23
Otras herbáceas	78	211	256	267	277	313	375	379
Anuales	77	180	217	227	236	271	326	330
Perennes	28	80	95	96	97	100	108	109
Total Pteridófitas								
	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL								
	132	300	392	429	512	550	673	718
RIQUEZA ESPECÍFICA								
TOTAL	5	19	26	28	29	30	33	35
Leñosas	0	2	4	5	6	6	7	7
Herbáceas	5	17	22	23	23	24	26	28
Horizonte 1	4	17	23	23	23	24	27	28
Horizonte 2	3	12	18	22	23	23	26	27

Tabla 8: Composición del banco de semillas (número de plántulas germinadas) y riqueza específica en el banco de semillas *ex situ* en el Brezal Seco Europeo de *E. scoparia* quemado a lo largo del tiempo de estudio. (Anuales (*)).

COMUNIDAD DE ERICA VAGANS NO QUEMADO								
ESPECIE	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	6 meses	12 meses	18 meses
LEÑOSAS								
Ericaceae								
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	0	0	6	6	7	7	12	13
<i>Daboecia cantabrica</i> (Hudson) C. Koch	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>Erica cinerea</i> L.	0	0	3	3	6	6	6	15
<i>Erica scoparia</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Erica umbellata</i> L.	0	0	4	4	12	12	12	15
<i>Erica vagans</i> L.	0	0	0	2	2	2	2	14
Fabaceae								
Cytisus TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ulex</i> sp.	1	1	1	1	1	2	2	5
HERBÁCEAS								
Asteraceae								
<i>Bellis sylvestris</i> Cyr.	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Centaurea janeri</i> Gaells	3	4	4	4	4	4	4	4
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat	17	24	26	27	30	32	32	38
<i>Pulicaria odora</i> (L.) Reichenb	1	3	3	3	3	3	3	3
Fabaceae								
<i>Lotus corniculatus</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Trifolium</i> sp.	3	3	3	3	3	6	6	6
Poaceae								
<i>Agrostis canina</i> L.	0	8	12	12	12	12	12	12
<i>Agrostis capillaris</i> L.	0	1	5	5	5	5	5	6
<i>Agrostis curtisii</i> Kerguelén	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Festuca</i> sp.	0	3	11	11	12	12	12	12
Sp.	0	0	1	1	1	1	1	1
Otras herbáceas								
<i>Hypericum humifusum</i> L.	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Juncus bufonius</i> L.*	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lithodora prostrata</i> (Loisel.) Grises.	0	0	1	3	3	3	3	3
<i>Radiola linoides</i> Roth*	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Sesamoides purpurascens</i> (L.) G. López	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Spergula arvensis</i> L.*	0	0	4	4	5	5	5	7
<i>Viola canina</i> L.	0	1	1	1	1	1	1	2
Sp.	0	1	2	2	2	2	3	3
PTERIDOFITAS								
<i>Dryopteris affinis</i> (Lowe) Fraser-Jenjins	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	0	0	0	0	0	0	0	2
Total leñosas	1	1	14	17	29	30	35	65
Ericaceae	0	0	13	16	28	28	33	59
Fabaceae	1	1	1	1	1	2	2	6
Total herbáceas	24	49	75	78	83	88	89	108
Asteraceae	21	31	33	34	37	39	39	46
Fabaceae	3	3	3	3	3	6	6	7
Poaceae	0	12	30	30	31	31	31	32
Otras herbáceas	0	3	9	11	12	12	13	23
Anuales	0	0	4	4	5	5	5	12
Perennes	24	48	68	71	75	80	80	92
Total pteridofitas	0	0	0	0	0	0	0	3
TOTAL	25	50	89	95	112	118	124	176
RIQUEZA ESPECIFICA								
TOTAL	4	10	13	13	13	13	13	20
Leñosas	1	1	5	7	7	7	7	9
Herbáceas	4	10	13	13	13	13	13	20
Horizonte 1	3	7	11	11	13	13	13	19
Horizonte 2	4	8	15	18	18	18	18	24

Tabla 9: Composición del banco de semillas (número de plántulas germinadas) y riqueza específica en el banco de semillas *ex situ* en el Brezal Seco Europeo de *E. vagans* no quemado a lo largo del tiempo de estudio. (Anuales (*)).

COMUNIDAD DE ERICA VAGANS QUEMADO								
ESPECIE	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	6 meses	12 meses	18 meses
LEÑOSAS								
Ericaceae								
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	0	0	0	4	16	16	28	31
<i>Daboecia cantabrica</i> (Hudson) C. Koch	0	3	0	10	22	23	37	38
<i>Erica cinerea</i> L.	0	0	0	3	9	9	9	17
<i>Erica umbellata</i> L.	0	0	0	4	57	57	57	84
<i>Erica vagans</i> L.	0	0	0	15	15	15	15	98
Fabaceae								
<i>Ulex</i> sp.	1	1	1	1	2	2	2	8
Otras leñosas								
Sp.	0	0	0	2	2	2	2	2
HERBÁCEAS								
Asteraceae								
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat	0	0	0	0	0	2	2	2
Fabaceae								
<i>Trifolium campestre</i> Schreber*	0	0	0	1	1	1	1	1
Poaceae								
<i>Agrostis capillaris</i> L.	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>Festuca</i> sp.	0	2	0	2	2	2	2	2
Otras poaceae (2 especies)	0	0	0	1	1	1	1	4
Otras herbáceas								
<i>Anagallis arvensis</i> L.*	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>Centaureum erythraea</i> Rafn*	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend.	0	0	0	3	4	4	4	4
<i>Daucus carota</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Euphorbia polygalifolia</i> Boiss. et Reut.	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hypericum humifusum</i> L.	0	1	0	6	8	8	8	8
<i>Juncus bufonius</i> L.*	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Polygala vulgaris</i> L.	0	1	0	1	1	1	1	1
<i>Sesamoides purpurascens</i> (L.) G. López	0	11	0	11	11	11	11	15
<i>Spergula arvensis</i> L.*	0	0	0	13	14	14	14	15
<i>Viola canina</i> L.	0	3	0	4	5	6	6	6
Otras spp. (5 especies)	3	9	3	11	11	11	11	12
Total leñosas	1	4	1	39	123	124	150	278
Ericaceae	0	3	0	36	119	120	146	268
Fabaceae	1	1	1	1	2	2	2	8
Otras leñosas	0	0	0	2	2	2	2	2
Total herbáceas	3	27	3	55	60	64	64	77
Asteraceae	0	0	0	0	0	2	2	2
Fabaceae	0	0	0	1	1	1	1	1
Poaceae	0	2	0	4	4	4	4	7
Otras herbáceas	3	25	3	50	55	57	57	67
Anuales	0	0	0	15	16	17	17	20
Perennes	0	18	0	28	32	35	35	41
TOTAL	4	31	4	93	182	187	213	354
RIQUEZA ESPECÍFICA								
TOTAL	2	10	10	22	22	24	24	29
Leñosas	1	2	2	7	7	7	7	7
Herbáceas	1	8	8	15	15	17	17	22
Horizonte 1	1	7	15	17	17	19	19	23
Horizonte 2	1	6	11	14	14	15	15	19

Tabla 10: Composición del banco de semillas (número de plántulas germinadas) y riqueza específica en el banco de semillas *ex situ* en el Brezal Seco Europeo de *E. vagans* quemado a lo largo del tiempo de estudio. (Anuales (*)).

Brezal seco europeo de <i>Erica scoparia</i>										
Frecuencias (nº de presencias)										
Localidad: Orosa	Parcela quemada									Parcela madura
	Tiempo (meses)									
	0	3	6	9	12	24	36	48	60	9 años
Leñosas										
Ericáceas										
<i>Calluna vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	9	14	16
<i>Calluna vulgaris</i> (p)	0	0	0	0	0	6	5	0	0	0
<i>Daboecia cantabrica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erica cinerea</i>	0	2	4	6	6	2	17	12	5	18
<i>Erica cinerea</i> (p)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Erica scoparia</i>	0	5	8	12	18	23	23	16	14	17
<i>Erica scoparia</i> (p)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erica umbellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	28	22	16
<i>Erica umbellata</i> (p)	0	0	0	0	0	8	18	0	0	0
<i>Erica sp.</i> (p)	0	0	0	22	13	21	4	7	0	0
Fabáceas										
<i>Genista micrantha</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>Ulex europaeus</i>	0	11	22	25	24	15	20	21	20	0
<i>Ulex gallii</i>	0	6	12	16	8	20	5	12	8	10
<i>Ulex</i> (p)	0	0	0	5	2	18	0	0	2	0
Otras leñosas										
<i>Lithodora prostrata</i>	0	2	4	4	5	0	5	3	7	0
<i>Thymus caespitosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Herbáceas										
Asteráceas										
<i>Andryala integrifolia</i>	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0
<i>Bellis sylvestris</i>	0	2	3	3	3	1	0	3	9	0
<i>Centaurea jeneri</i>	0	0	0	5	6	8	3	5	8	0
<i>Cirsium filipendulum</i>	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0
<i>Filago vulgaris</i>	0	1	2	4	1	0	2	0	0	0
<i>Hypochoeris radicata</i>	0	2	4	5	4	5	0	4	3	0
<i>Leontodon taraxacoides</i>	0	8	14	15	15	20	5	14	5	0
<i>Pulicaria odora</i>	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0
Fabáceas										
<i>Lotus corniculatus</i>	0	5	8	10	10	8	2	3	1	0
<i>Trifolium campestre</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Poáceas										
<i>Agrostis canina</i>	0	3	6	8	13	12	14	17	9	7
<i>Agrostis curtisii</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4
<i>Aira caryophylla</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Anthoxanthum aristatum</i>	0	4	8	11	11	24	5	5	2	0
<i>Avenula sulcata</i>	0	2	3	5	5	2	0	0	0	0
<i>Brachypodium retusum</i>	0	4	7	11	8	3	7	8	14	7
<i>Danthonia decumbens</i>	0	0	0	0	4	7	7	16	14	0
<i>Festuca sp.</i>	0	3	6	13	4	2	2	12	12	4
<i>Holcus lanatus</i>	0	0	0	1	5	7	0	0	0	0
Otras herbáceas										
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	0	1	0	0	19	0	0	0	0	0
<i>Carex sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>Cuscuta epithymum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Daucus carota</i>	0	2	2	4	1	0	5	1	0	0
<i>Draba sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia exigua</i>	0	0	0	0	3	4	0	1	0	0
<i>Galium sp.</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Hypericum pulchrum</i>	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
<i>Jasione montana</i>	0	4	7	14	23	0	0	0	3	0
<i>Juncus capitatus</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Linum bienne</i>	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0
<i>Pedicularis sylvatica</i>	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0
<i>Plantago lanceolata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago maritima</i>	0	1	1	3	1	1	2	5	1	0
<i>Polygala vulgaris</i>	0	4	6	8	8	14	2	5	1	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0
<i>Radiola linoides</i>	0	0	0	0	14	0	0	1	0	0
<i>Sesamoides purpurascens</i>	0	0	0	0	1	5	0	1	0	0
<i>Simethis mattiazzii</i>	0	1	2	2	2	0	4	4	2	0
<i>Thlaspi caerulescens</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Viola canina</i>	0	0	0	3	7	2	6	6	11	0
Suelo vacío										
Piedra	0	0	1	1	3	0	1	1	2	0
Tierra	30	30	28	29	22	24	14	19	25	0

Tabla 11: Datos de frecuencia (nº de presencias sobre 30) correspondientes al brezal seco de *Erica scoparia*, en las parcelas quemada y madura, localidad de Orosa. Seguimiento a medio plazo de la regeneración. Datos tomados por NAYA (2006).

Brezal seco europeo de <i>Erica scoparia</i>				
Localidad: Orosa Frecuencias (nº de presencias)				
Parcela quemada (2004)				
Tiempo (meses)				
	0	7	17	19
Leñosas				
Ericáceas				
<i>Calluna vulgaris</i>	0	0	0	0
<i>Calluna vulgaris</i> (p)	0	1	2	3
<i>Erica cinerea</i>	0	0	2	1
<i>Erica cinerea</i> (p)	0	0	3	2
<i>Erica scoparia</i>	0	11	12	17
<i>Erica scoparia</i> (p)	0	0	0	0
<i>Erica umbellata</i>	0	0	0	0
<i>Erica umbellata</i> (p)	0	0	2	0
<i>Erica sp.</i> (p)	0	0	1	4
Fabáceas				
<i>Ulex europaeus</i>	0	3	5	7
<i>Ulex europaeus</i> (p)	0	0	2	0
<i>Ulex gallii</i>	0	24	7	19
<i>Ulex gallii</i> (p)	0	8	2	1
Otras leñosas				
<i>Lithodora prostrata</i>	0	0	1	0
<i>Rubus sp.</i>	0	0	0	2
<i>Tymus caespitosus</i>	0	0	0	1
Herbáceas				
Asteráceas				
<i>Andryala integrifolia</i>	0	0	0	7
<i>Bellis sylvestris</i>	0	1	9	1
<i>Centaurea janeri</i>	0	3	2	3
<i>Cirsium filipendulum</i>	0	1	0	0
<i>Conyza canadensis</i>	0	1	0	0
<i>Hypochoeris radicata</i>	0	0	0	5
<i>Leontodon taraxacoides</i>	0	3	3	7
<i>Pulicaria odora</i>	0	3	4	6
<i>Scorzonera humilis</i>	0	0	1	0
<i>Senecio vulgaris</i>	0	0	1	0
Fabáceas				
<i>Anthyllis vulneraria</i>	0	1	2	5
<i>Lotus corniculatus</i>	0	7	9	0
<i>Lotus hispidus</i>	0	15	0	8
<i>Ornithopus perpusillus</i>	0	0	1	0
<i>Ornithopus pinnatus</i>	0	1	0	0
<i>Trifolium campestre</i>	0	3	0	0
<i>Trifolium strictum</i>	0	1	2	1
<i>Trifolium striatum</i>	0	2	0	9
<i>Vicia hirsuta</i>	0	1	0	0
<i>Vicia sativa</i>	0	1	0	0
<i>Vicia peregrina</i>	0	0	1	0
Poáceas				
<i>Agrostis canina</i>	0	2	2	4
<i>Agrostis capillaris</i>	0	0	1	0
<i>Anthosantum aristatum</i>	0	0	0	1
<i>Anthosantum odoratum</i>	0	1	0	0
<i>Brachypodium retusum</i>	0	6	7	14
<i>Danthonia decumbens</i>	0	2	3	7
<i>Festuca sp.</i>	0	5	4	6
<i>Holcus lanatus</i>	0	2	4	7
<i>Poa trivialis</i>	0	1	0	0
<i>Vulpia bromoides</i>	0	0	0	1
Otras herbáceas				
<i>Anagalis arvensis</i>	0	0	1	0
<i>Asterolinum linum-stellatum</i>	0	1	0	0
<i>Blackstonia perfoliata</i>	0	0	0	1
<i>Cardamine hirsuta</i>	0	1	0	0
<i>Carex panicea</i>	0	4	3	5
<i>Carex pululifera</i>	0	0	2	0
<i>Daucus carota</i>	0	4	7	17
<i>Epilobium hirsutum</i>	0	1	0	0
<i>Euphorbia exigua</i>	0	1	0	8
<i>Filipendula vulgaris</i>	0	1	0	0
<i>Juncus capitatus</i>	0	0	0	2
<i>Linum bienne</i>	0	1	0	2
<i>Linum trigynum</i>	0	3	0	6
<i>Ornithogalum sp.</i>	0	2	0	3
<i>Plantago lanceolata</i>	0	0	0	3
<i>Plantago maritima</i>	0	1	1	1
<i>Polygala vulgaris</i>	0	8	8	15
<i>Potentilla erecta</i>	0	0	1	1
<i>Sonchus oleraceus</i>	0	0	1	1
<i>Spergula arvensis</i>	0	0	0	1
<i>Simethis mattiazzii</i>	0	1	0	0
<i>Viola canina</i>	0	1	0	0
<i>Xolantha globularifolia</i>	0	1	0	0
Suelo vacío				
Piedra	0	0	0	0
Tierra	30	30	26	26

Tabla 12: Datos de frecuencia (nº de presencias sobre 30) correspondientes al brezal seco de *Erica scoparia*, en la parcela quemada en 2004, localidad de Orosa, en seguimiento a corto plazo de la regeneración. Datos tomados por NAYA (2006).

Brezal seco europeo de <i>Erica vagans</i>									
Localidad: Hospital									
Frecuencias (nº de presencias)									
Parcela quemada									Parcela madura
Tiempo (meses)									
	0	3	6	9	12	24	36	48	9 años
Leñosas									
Ericáceas									
<i>Calluna vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	7	13
<i>Calluna vulgaris</i> (p)	0	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Daboecia cantabrica</i>	0	5	10	10	11	22	12	12	4
<i>Erica cinerea</i>	0	5	9	10	11	18	24	21	13
<i>Erica cinerea</i> (p)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erica umbellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	26	16
<i>Erica umbellata</i> (p)	0	0	0	0	0	2	9	0	0
<i>Erica vagans</i>	0	1	2	3	5	3	7	8	20
<i>Erica vagans</i> (p)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erica sp.</i> (p)	0	8	16	20	17	14	8	4	0
Fabáceas									
<i>Genista micrantha</i>	0	1	2	4	6	6	5	3	0
<i>Ulex europaeus</i>	0	11	22	25	22	22	24	28	27
<i>Ulex gallii</i>	0	0	0	0	5	3	3	3	1
<i>Ulex</i> (p)	0	2	4	9	2	0	0	0	0
Otras leñosas									
<i>Lithodora prostrata</i>	0	2	4	7	10	13	15	5	10
<i>Thymus caespitosus</i>	0	1	1	3	2	2	4	3	2
Herbáceas									
Asteráceas									
<i>Bellis sylvestris</i>	0	0	0	7	12	1	1	10	1
<i>Centaurea jeneri</i>	0	7	13	16	14	1	17	15	4
<i>Cirsium filipendulum</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Hypochoeris radicata</i>	0	0	0	0	0	1	1	2	0
<i>Leontodon taraxacoides</i>	0	2	3	5	4	17	6	2	0
<i>Scorzonera humilis</i>	0	0	0	1	3	1	3	2	0
<i>Serratula tinctoria</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Fabáceas									
<i>Anthyllis vulneraria</i>	0	0	0	0	3	3	4	5	0
<i>Lotus corniculatus</i>	0	1	4	7	6	0	2	2	0
<i>Trifolium campestre</i>	0	0	0	2	0	2	0	0	0
Poáceas									
<i>Agrostis canina</i>	0	0	0	0	6	0	0	4	0
<i>Agrostis capillaris</i>	0	0	0	0	0	13	9	0	0
<i>Avenula sulcata</i>	0	3	5	6	7	19	8	14	0
<i>Brachypodium retusum</i>	0	1	7	10	7	16	10	11	28
<i>Danthonia decumbens</i>	0	0	0	0	1	1	10	8	0
<i>Festuca sp.</i>	0	12	23	26	27	21	22	22	1
Otras herbáceas									
<i>Asphodelus albus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Carex panicea</i>	0	4	7	8	7	1	3	5	0
<i>Carex pululifera</i>	0	0	0	0	0	0	7	2	0
<i>Daucus carota</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Erytronium dens-canis</i>	0	1	1	2	2	0	0	0	0
<i>Euphorbia exigua</i>	0	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>Filipendula vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Galium sp.</i>	0	0	0	0	0	18	6	0	0
<i>Gladiolus illyricus</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Hypericum humifusum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Hypericum pulchrum</i>	0	1	1	0	1	1	1	0	4
<i>Pedicularis sylvatica</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	0
<i>Polygala vulgaris</i>	0	4	0	2	8	0	3	2	0
<i>Potentilla erecta</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	0
<i>Potentilla montana</i>	0	2	4	5	7	7	6	2	0
<i>Sesamoides purpurascens</i>	0	0	0	0	3	0	1	4	0
<i>Simethis mattiazzii</i>	0	9	18	21	13	4	6	9	0
<i>Viola canina</i>	0	0	0	1	6	6	7	6	0
Suelo vacío									
Piedra	0	4	2	7	5	5	4	4	0
Tierra	100	30	29	30	27	22	21	19	0

Tabla 13: Datos de frecuencia (nº de presencias sobre 30) correspondientes al brezal seco de *Erica vagans*, en las parcelas quemada y madura, localidad de Hospital. Seguimiento a medio plazo de la regeneración. Datos tomados por NAYA (2006).

Brezal seco europeo de <i>Erica vagans</i>					
Localidad: Hospital					
Frecuencias (nº de presencias)					
Parcela quemada (2004)					
Tiempo (meses)					
	0	8	11	18	20
Leñosas					
Ericáceas					
<i>Calluna vulgaris</i>	0	0	0	0	0
<i>Calluna vulgaris</i> (p)	0	0	1	0	0
<i>Daboecia cantabrica</i>	0	0	16	20	19
<i>Erica cinerea</i>	0	0	9	22	23
<i>Erica cinerea</i> (p)	0	0	0	0	0
<i>Erica umbellata</i>	0	0	0	0	0
<i>Erica umbellata</i> (p)	0	0	1	0	0
<i>Erica vagans</i>	0	0	1	8	7
<i>Erica vagans</i> (p)	0	0	0	0	0
<i>Erica sp.</i> (p)	0	8	27	0	0
Fabáceas					
<i>Ulex europaeus</i>	0	13	16	19	20
<i>Ulex gallii</i>	0	10	20	30	29
<i>Ulex</i> (p)	0	28	24	16	0
Otras leñosas					
<i>Halimium umbellatum</i>	0	0	1	0	0
<i>Helianthemum nummularium</i>	0	0	1	0	0
<i>Lithodora prostrata</i>	0	7	16	12	25
Herbáceas					
Asteráceas					
<i>Bellis sylvestris</i>	0	0	0	6	0
<i>Centaurea janeri</i>	0	0	0	1	1
<i>Cirsium filipendulum</i>	0	0	0	9	5
<i>Hypochoeris radicata</i>	0	0	0	2	4
<i>Leontodon taraxacoides</i>	0	0	1	4	4
<i>Scorzonera humilis</i>	0	0	3	0	0
Fabáceas					
<i>Lotus corniculatus</i>	0	11	14	2	2
<i>Lotus hispidus</i>	0	0	0	0	1
<i>Trifolium campestre</i>	0	0	0	0	1
<i>Ornithopus perpusillus</i>	0	4	0	0	0
Poáceas					
<i>Agrostis canina</i>	0	1	0	0	7
<i>Agrostis capillaris</i>	0	0	2	0	0
<i>Agrostis curtisii</i>	0	14	19	0	1
<i>Aira caryophylla</i>	0	0	1	0	0
<i>Avenula sulcata</i>	0	29	26	26	25
<i>Brachypodium retusum</i>	0	0	0	1	3
<i>Danthonia decumbens</i>	0	1	0	2	1
<i>Festuca sp.</i>	0	0	1	1	0
<i>Holcus mollis</i>	0	0	0	0	1
<i>Pseudarrhenatherum longifolium</i>	0	0	1	0	0
Otras herbáceas					
<i>Asphodelus albus</i>	0	2	2	2	5
<i>Carex pululifera</i>	0	0	0	2	0
<i>Centaureum erythraea</i>	0	0	0	1	0
<i>Cruciata glabra</i>	0	0	1	0	0
<i>Cuscuta epithimum</i>	0	0	1	0	16
<i>Daucus carota</i>	0	5	2	5	0
<i>Euphorbia polygalifolia</i>	0	0	1	0	0
<i>Gladiolus illyricus</i>	0	0	0	0	2
<i>Linum catharticum</i>	0	0	1	0	0
<i>Pedicularis sylvatica</i>	0	0	0	0	7
<i>Physospermum cornubiense</i>	0	0	1	0	0
<i>Polygala vulgaris</i>	0	2	8	3	2
<i>Potentilla erecta</i>	0	4	11	20	21
<i>Romulea bulbocodium</i>	0	1	0	0	0
<i>Radiola linoides</i>	0	0	3	0	0
<i>Sesamoides purpurascens</i>	0	0	0	0	1
<i>Simethis mattiazzii</i>	0	4	2	1	2
<i>Thesium pyrenaicum</i>	0	0	0	0	1
<i>Viola canina</i>	0	1	8	3	6
Suelo vacío					
Piedra	0	0	0	0	0
Tierra	30	27	30	27	26

Tabla 14: Datos de frecuencia (nº de presencias sobre 30) correspondientes al brezal seco de *Erica scoparia*, en las parcela quemada y madura, localidad de Hospital. Seguimiento a corto plazo de la regeneración. Datos tomados por NAYA (2006).

INDICES DE SIMILITUD DE SORENSEN		Comunidad control	Ex situ quemado	
Brezal seco europeo de <i>E. scoparia</i>	<i>In situ</i>	Orosa	67.39	55.07
	<i>Ex situ</i>	No Quemado	46.91	79.31
		Quemado	54.32	---
Brezal seco europeo de <i>E. vagans</i>	<i>In situ</i>	Hospital	52.77	36.00
	<i>Ex situ</i>	No Quemado	38.46	50.00
		Quemado	42.50	---
Brezal húmedo de <i>E. ciliaris</i>	<i>In situ</i>	---	---	---
		---	---	---
	<i>Ex situ</i>	No Quemado	---	55.55
		Quemado	---	---

Tabla 15: Índices de similitud de Sorensen. Se calculan para cada una de las comunidades estudiadas *in situ* y *ex situ* frente a la comunidad control y la comunidad quemada.



ANEXO ESTADÍSTICO

	ANOVA			Test de Tukey										
	N	Media	Sig.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. <i>Calluna vulgaris</i> 2002	6	6,31	0,00											
2. <i>Erica arborea</i> 2003	5	27,20		1							+	+		+
3. <i>Erica australis</i> 2003	5	0,00		2			+		+		+			
4. <i>Erica ciliaris</i> 2002	6	27,74		3		+		+			+	+		+
5. <i>Erica cinerea</i> 2002	6	0,00		4			+		+	+	+			
6. <i>Erica erigena</i> 2001	5	0,80		5		+		+			+	+		+
7. <i>Erica scoparia</i> 2001	5	58,40		6					+		+	+		+
8. <i>Erica tetralix</i> 2002	6	44,14		7	+	+	+	+	+	+				+
9. <i>Erica umbellata</i> 2001	5	18,40		8	+		+		+	+				+
10. <i>Erica vagans</i> 2001	5	32,80		9							+	+		
Total	5 4	21,43	10	+		+		+	+					

Tabla 1: Resultados de los ANOVA y test *a posteriori* para las diferencias entre especies en la germinación tras 3 meses de estudio. Los descriptivos corresponden a los datos sin transformar.

	Descriptivos				Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media	F	Sig.	t	Grados de libertad	Sig.
<i>Calluna vulgaris</i> 2002	6	6,31	1,97	0,80					
<i>Calluna vulgaris</i> 2003	6	30,00	8,29	3,39	9,34	0,01	-6,81	5,56	0,00
<i>Erica arborea</i> 2003	5	27,20	11,10	4,96	0,29	0,60	-7,00	9	0,00
<i>Erica arborea</i> 2004	6	86,00	15,75	6,43					
<i>Erica ciliaris</i> 2002	6	27,74	6,03	2,46	0,07	0,80	1,58	101	0,15
<i>Erica ciliaris</i> 2003	6	22,00	6,57	2,68					
<i>Erica scoparia</i> 2001	5	58,40	33,78	15,10					
<i>Erica scoparia</i> 2004	6	83,67	6,25	2,55	12,03	0,01	-1,65	4,23	0,17
<i>Erica tetralix</i> 2002	6	44,14	15,30	6,25	0,25	0,63	-0,64	10	0,54
<i>Erica tetralix</i> 2004	6	49,33	12,56	5,13					
<i>Erica umbellata</i> 2001	5	18,40	10,81	4,83					
<i>Erica umbellata</i> 2004	6	0,00	0,00	0,00	14,03	0,01	3,81	4	0,02
<i>Erica vagans</i> 2001	5	32,80	5,22	2,33	0,53	0,48	4,84	9	0,00
<i>Erica vagans</i> 2003	6	10,67	9,00	3,68					

Tabla 2: Resultados de las pruebas T para las diferencias en el porcentaje final de germinación entre los controles en diferentes años para cada una de las especies estudiadas. Los descriptivos corresponden a los datos sin transformar.

	Descriptivos				Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media	F	Sig.	t	Grados de libertad	Sig.
Calluna vulgaris 2002	6	6,31	1,97	0,80					
	6	19,33	8,55	3,49	21,25	0,00	-3,64	5,53	0,01
Erica arborea 2003	5	27,20	11,10	4,96	1,11	0,32	-2,93	9	0,02
	6	50,67	14,68	5,99					
Erica ciliaris 2002	6	27,20	6,03	2,46					
	6	34,67	18,36	7,50	4,99	0,05	-0,88	6,07	0,41
Erica scoparia 2001	5	58,40	33,77	15,10	2,92	0,12	2,22	9	0,05
	6	23,33	17,78	7,26					
Erica tetralix 2002	6	44,14	15,30	6,25	0,36	0,56	2,18	10	0,05
	6	26,67	12,31	5,02					
E. umbellata 2001	5	18,40	10,81	4,83					
	6	1,33	2,07	0,84	8,51	0,017	3,48	4,24	0,023
E. vagans 2001	5	32,80	5,22	2,33					
	6	28,00	10,43	4,26	15,07	0,00	0,99	7,60	0,35

Tabla 3: Resultados de las pruebas T para las diferencias en el porcentaje final de germinación entre los controles en el mismo año de recogida de las semillas y tras almacenamiento, para cada una de las especies estudiadas. Los descriptivos corresponden a los datos sin transformar.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS														
Especie	Tratamiento	Descriptivos				ANOVA		Comparaciones <i>a posteriori</i>						
		N	Media	Desv.	Error típico	X ²	Sig.	1	2	3	4	5	6	7
C. vulgaris	1	6	6,31	1,97	0,80	137,85	0,00	■	+		+	+		+
	2	6	20,00	11,03	4,50			+	■			+		+
	3	6	12,67	7,34	3,01					■	+	+		+
	4	6	22,18	9,35	3,82			+		+	■	+	+	+
	5	6	35,86	10,94	4,47			+	+	+	+	■	+	+
	6	6	13,33	7,45	3,04						+	+	■	+
	7	6	0,00	0,00	0,00			+	+	+	+	+	+	■
E. arborea	1	5	27,20	11,10	4,96	1,97	0,96	■						
	2	5	23,20	7,69	3,44				■					
	3	6	30,00	10,66	4,35					■				
	4	5	29,60	10,81	4,83						■			
	5	6	27,33	11,43	4,67							■		
	6	6	26,00	10,04	4,10								■	
	7	6	27,33	13,00	5,31									■
E. australis	1	6	0,00	0,00	0,00	3,52	0,83	■						
	2	6	0,00	0,00	0,00				■					
	3	6	0,67	1,63	0,67					■				
	4	6	0,67	1,63	0,67						■			
	5	6	2,67	4,13	1,68							■		
	6	6	0,67	1,63	0,67								■	
	7	6	1,33	3,27	1,33									■
E. ciliaris	1	6	27,74	6,03	2,46	296,86	0,00	■		+	+	+		+
	2	6	26,00	6,57	2,68				■	+	+	+		+
	3	6	55,33	19,83	8,09			+	+	■			+	+
	4	4	62,07	5,20	2,60			+	+		■		+	+
	5	6	54,16	13,06	5,33			+	+			■	+	+
	6	6	21,33	10,01	4,09					+	+	+	■	+
	7	6	0,67	1,63	0,67			+	+	+	+	+	+	■
E. erigena	1	5	0,80	1,79	0,80	37,09	0,00	■		+	+	+		+
	2	5	4,80	6,57	2,94				■					+
	3	5	4,00	2,83	1,26			+		■				+
	4	5	8,80	8,67	3,88			+			■		+	+
	5	5	6,40	2,19	0,98			+				■	+	+
	6	5	3,20	5,22	2,33						+	+	■	+
	7	5	16,00	11,33	5,06			+	+	+	+	+	+	■

(Continúa)

<i>E. scoparia</i>	1	5	58,40	33,78	15,10	33,01	0,00		+									
	2	5	41,60	7,27	3,25				+		+	+	+	+	+	+		
	3	5	65,60	34,25	15,32					+							+	
	4	5	64,80	20,86	9,33					+								
	5	5	60,80	20,28	9,07					+								
	6	5	70,40	11,87	5,31					+								+
	7	5	58,40	11,87	5,31					+	+						+	
<i>E. tetralix</i>	1	6	44,14	15,30	6,25	342,17	0,00		+	+				+	+			
	2	6	58,67	15,73	6,42				+			+	+	+	+	+		
	3	6	66,00	9,03	3,69							+	+	+	+	+		
	4	6	44,20	17,30	7,06					+	+				+	+		
	5	5	42,00	8,72	3,90					+	+				+	+		
	6	4	5,00	7,57	3,79					+	+	+	+	+	+		+	
	7	4	0,00	0,00	0,00					+	+	+	+	+	+	+		
<i>E. umbellata</i>	1	5	18,40	10,81	4,83	66,04	0,00		+	+	+	+			+			
	2	5	1,60	2,19	0,98				+						+	+		
	3	5	1,60	3,58	1,60										+	+		
	4	5	0,80	1,79	0,80					+					+	+		
	5	5	6,40	5,37	2,40					+	+	+	+					
	6	5	12,80	9,12	4,08						+	+	+					+
	7	5	2,40	2,19	0,98					+							+	
<i>E. vagans</i>	1	5	32,80	5,22	2,33	38,86	0,00				+	+			+			
	2	5	41,60	18,24	8,16							+						
	3	4	76,00	26,93	13,46					+	+		+	+	+	+	+	
	4	5	46,40	15,65	7,00					+			+					
	5	5	44,80	7,69	3,44								+					
	6	4	58,00	19,18	9,59					+			+					
	7	5	40,80	15,07	6,74								+					

Tabla 4: Resultados de los ANOVA y test *a posteriori* para las diferencias entre tratamientos térmicos en la germinación tras 3 meses para cada una de las especies estudiadas. Los descriptivos corresponden a los datos sin transformar.(1: Control, 2: 80°C 5 min, 3: 80°C 10 min, 4: 110°C 5 min, 5: 110°C 10 min, 6: 150°C 5 min, 7: 150°C 10 min) (+: $p < 0.05$ según test de DMS).

TRATAMIENTOS TÉRMICOS. VARIABILIDAD INTERANUAL															
Especie	Tratamiento	Descriptivos				ANOVA		Comparaciones <i>a posteriori</i>							
		N	Media	Desv.	Error típico	X ²	Sig.	1	2	3	4	5	6	7	
C. vulgaris	1	6	30,00	8,29	3,39	455,15	0,00		+	+	+	+	+	+	+
	2	6	47,33	7,34	3,00			+					+	+	
	3	6	48,00	10,12	4,13			+					+	+	
	4	6	49,33	15,73	6,42			+					+	+	
	5	6	52,67	10,56	4,31			+					+	+	
	6	6	0,67	1,62	0,67			+	+	+	+	+			
	7	6	0,00	0,00	0,00			+	+	+	+	+			
E. arborea	1	6	86,00	15,75	6,43	1265,34	0,00			+			+	+	
	2	6	90,00	6,07	2,47								+	+	
	3	6	94,00	6,57	2,68			+					+	+	
	4	6	88,67	8,16	3,33								+	+	
	5	6	90,67	7,45	3,04								+	+	
	6	6	4,67	7,76	3,17			+	+	+	+	+			
	7	6	0,00	0,00	0,00			+	+	+	+	+			
E. australis	1	6	0,00	0,00	0,00	22,88	0,00					+	+		
	2	6	0,00	0,00	0,00								+	+	
	3	6	0,00	0,00	0,00								+	+	
	4	6	0,00	0,00	0,00								+	+	
	5	6	3,33	1,63	0,67			+	+	+	+			+	
	6	6	4,67	4,68	1,91			+	+	+	+			+	
	7	6	0,00	0,00	0,00								+	+	
E. ciliaris	1	6	22,00	6,57	2,68	600,67	0,00		+	+	+	+	+	+	+
	2	6	65,33	13,78	5,63			+					+	+	
	3	6	64,67	25,73	10,50			+					+	+	
	4	6	70,67	14,01	5,72			+					+	+	
	5	6	57,33	21,27	8,68			+				+		+	
	6	6	6,00	14,70	6,00			+	+	+	+	+			
	7	6	1,33	2,07	0,84			+	+	+	+	+			
E. scoparia	1	12	83,67	10,85	3,13	1942,41	0,00		+	+	+	+	+	+	+
	2	12	80,67	11,92	3,44			+				+	+	+	
	3	12	75,67	9,41	2,72			+				+	+	+	
	4	12	89,33	9,85	2,84			+	+			+	+	+	
	5	12	70,00	14,59	4,21			+	+	+	+		+	+	
	6	12	2,33	3,98	1,15			+	+	+	+	+		+	
	7	12	2,67	4,29	1,24			+	+	+	+	+	+		

(Continúa)

E. tetralix	1	6	49,33	12,56	5,13	708,60	0,00	■			+	+	+	+	
	2	6	52,00	12,65	5,16				■			+	+	+	+
	3	6	41,33	5,46	2,23					■		+	+	+	+
	4	6	77,33	14,46	5,90			+	+	+	■			+	+
	5	6	74,67	10,63	4,34			+	+	+		■		+	+
	6	6	0,67	1,63	0,67			+	+	+	+	+	■		
	7	6	0,00	0,00	0,00			+	+	+	+	+			■
E. umbellata	1	6	0,00	0,00	0,00	357,73	0,00	■			+	+	+		
	2	6	0,67	1,63	0,67				■			+	+	+	
	3	6	0,00	0,00	0,00					■		+	+	+	
	4	6	41,33	14,01	5,72			+	+	+	■			+	+
	5	6	42,00	9,72	3,97			+	+	+		■		+	+
	6	6	11,33	6,89	2,81			+	+	+	+	+	■		+
	7	6	1,33	2,07	0,84							+	+	+	■
E. vagans	1	6	10,67	9,00	3,68	79,38	0,00	■				+	+	+	
	2	6	13,33	7,87	3,21				■				+	+	+
	3	6	10,00	6,07	2,48					■			+	+	+
	4	6	10,00	7,04	2,88						■		+	+	+
	5	6	2,00	3,35	1,37			+	+	+	+	■			
	6	6	0,00	0,00	0,00			+	+	+	+			■	
	7	6	0,67	1,63	0,67			+	+	+	+				■

Tabla 5: Resultados de los ANOVA y test *a posteriori* para las diferencias entre tratamientos térmicos en la germinación tras 3 meses para cada una de las especies estudiadas en un año diferente. Los descriptivos corresponden a los datos sin transformar. (1: Control, 2: 80°C 5 min, 3: 80°C 10 min, 4: 110°C 5 min, 5: 110°C 10 min, 6: 150°C 5 min, 7: 150°C 10 min) (+: $p < 0.05$ según test de DMS).

TRATAMIENTOS TÉRMICOS. VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO															
Especie	Tratamiento	Descriptivos				ANOVA		Comparaciones <i>a posteriori</i>							
		N	Media	Desv.	Error típico	X ²	Sig.	1	2	3	4	5	6	7	
<i>C. vulgaris</i>	1	6	19,33	8,55	3,49	287,28	0,00		+	+	+	+	+	+	+
	2	6	32,67	16,67	6,81			+			+	+	+	+	
	3	6	40,67	4,68	1,91			+			+	+	+	+	
	4	6	4,67	4,68	1,91			+	+	+			+	+	
	5	6	4,00	6,69	2,73			+	+	+					
	6	6	0,00	0,00	0,00			+	+	+	+				
	7	6	0,00	0,00	0,00			+	+	+	+				
<i>E. arborea</i>	1	6	50,67	14,67	5,99	561,25	0,00		+	+			+	+	
	2	6	66,00	13,08	5,34			+					+	+	
	3	6	68,00	15,39	6,28			+					+	+	
	4	6	60,00	14,75	6,02								+	+	
	5	6	58,00	13,56	5,54								+	+	
	6	6	4,67	5,32	2,17			+	+	+	+	+		+	
	7	6	0,67	1,63	0,67			+	+	+	+	+	+		
<i>E. australis</i>	1	6	0,00	0,00	0,00	2,27	0,94								
	2	6	0,00	0,00	0,00										
	3	6	0,00	0,00	0,00										
	4	6	1,33	2,07	0,84										
	5	6	0,67	1,63	0,67										
	6	6	0,00	0,00	0,00										
	7	6	0,00	0,00	0,00										
<i>E. ciliaris</i>	1	6	34,67	18,36	7,50	400,27	0,00			+	+	+	+	+	
	2	6	44,67	4,68	1,91						+	+	+	+	
	3	6	53,33	16,72	6,82			+			+	+	+	+	
	4	6	10,00	10,95	4,47			+	+	+			+	+	
	5	6	8,00	6,20	2,53			+	+	+			+	+	
	6	6	0,00	0,00	0,00			+	+	+	+	+			
	7	6	0,00	0,00	0,00			+	+	+	+	+			
<i>E. scoparia</i>	1	6	23,33	17,78	7,26	56,64	0,00			+		+	+	+	
	2	6	20,67	14,40	5,88					+		+	+		
	3	6	34,67	29,68	12,12			+	+			+	+	+	
	4	6	26,67	7,00	2,86							+	+	+	
	5	6	11,33	12,75	5,21			+	+	+	+				
	6	6	9,33	8,64	3,53			+	+	+	+				
	7	6	12,00	5,66	2,31			+		+	+				

(Continúa)

<i>E. tetrailix</i>	1	6	26,67	12,31	5,02	278,46	0,00	■			+	+	+	+	
	2	6	34,00	6,57	2,68				■			+	+	+	+
	3	6	30,00	9,38	3,83					■		+	+	+	+
	4	6	2,67	3,27	1,33			+	+	+	■				
	5	6	2,67	3,27	1,33			+	+	+		■			
	6	6	0,00	0,00	0,00			+	+	+			■		
	7	6	0,00	0,00	0,00			+	+	+					■
<i>E. umbellata</i>	1	6	1,33	2,07	0,84	48,21	0,00	■					+	+	
	2	6	0,67	1,63	0,67				■					+	+
	3	6	1,33	2,07	0,84					■				+	+
	4	6	2,00	2,19	0,89						■			+	+
	5	6	2,67	3,27	1,33							■		+	+
	6	6	6,67	3,27	1,33			+	+	+	+	+	■		
	7	6	12,67	5,89	2,40			+	+	+	+	+			■
<i>E. vagans</i>	1	6	28,00	10,43	4,26	171,10	0,00	■	+	+	+	+	+	+	
	2	6	14,67	4,84	1,98			+	■		+	+	+	+	
	3	6	11,33	4,68	1,91			+		■	+	+	+	+	
	4	6	2,67	4,84	1,98			+	+	+	■				
	5	6	0,67	1,63	0,67			+	+	+		■			
	6	6	0,00	0,00	0,00			+	+	+			■		
	7	6	0,00	0,00	0,00			+	+	+					■

Tabla 6: Resultados de los ANOVA y test *a posteriori* para las diferencias entre tratamientos térmicos en la germinación tras 3 meses para cada una de las especies estudiadas tras un año de almacenamiento. Los descriptivos corresponden a los datos sin transformar.(1: Control, 2: 80°C 5 min, 3: 80°C 10 min, 4: 110°C 5 min, 5: 110°C 10 min, 6: 150°C 5 min, 7: 150°C 10 min) (+: p< 0.05 según test de DMS).

VARIABILIDAD INTERANUAL Y TRATAMIENTOS TÉRMICOS						
Especie	Factor Variación	Suma Cuadrados	varianza	Chi ²	gl	Sign.
<i>C. vulgaris</i>	A	0,6894	0,010	68,9425	1	0,0000
	B	3,7190	0,010	371,9018	6	0,0000
	AB	0,9533	0,010	95,3284	6	0,0000
<i>E. arborea</i>	A	4,1859	0,010	418,5920	1	0,0000
	B	5,1326	0,010	513,2634	6	0,0000
	AB	5,8830	0,010	588,2962	6	0,0000
<i>E. australis</i>	A	0,0010	0,010	0,0968	1	0,7557
	B	0,0669	0,010	6,6925	6	0,3502
	AB	0,0295	0,010	2,9531	6	0,8147
<i>E. ciliaris</i>	A	0,1759	0,010	17,5888	1	0,0000
	B	6,1950	0,010	619,5037	6	0,0000
	AB	1,1210	0,010	112,1010	6	0,0000
<i>E. scoparia</i>	A	10,0702	0,010	1007,0188	1	0,0000
	B	22,5351	0,010	2253,5073	6	0,0000
	AB	5,1558	0,010	515,5842	6	0,0000
<i>E. tetralix</i>	A	0,1436	0,010	14,3644	1	0,0002
	B	9,1682	0,010	916,8226	6	0,0000
	AB	1,1275	0,010	112,7492	6	0,0000
<i>E. umbellata</i>	A	0,3210	0,010	32,1010	1	0,0000
	B	1,4168	0,010	141,6774	6	0,0000
	AB	1,6896	0,010	168,9616	6	0,0000
<i>E. vagans</i>	A	3,1699	0,010	316,9877	1	0,0000
	B	0,3674	0,010	36,7423	6	0,0000
	AB	0,3886	0,010	38,8619	6	0,0000

Tabla 7: Resultados de chi-cuadrado de dos factores para las diferencias en la germinación tras 3 meses para cada una de las especies estudiadas.

A: variabilidad interanual. **B:** tratamientos térmicos. **AB:** interacción de ambos factores.

ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTOS TÉRMICOS						
Especie	Factor Variación	Suma Cuadrados	varianza	Chi ²	gl	Sign.
<i>C. vulgaris</i>	A	0,0409	0,010	4,0918	1	0,0431
	B	1,6842	0,010	168,4229	6	0,0000
	AB	1,5435	0,010	154,3522	6	0,0000
<i>E. arborea</i>	A	0,7077	0,010	70,7708	1	0,0000
	B	2,2121	0,010	221,2135	6	0,0000
	AB	2,7125	0,010	271,2496	6	0,0000
<i>E. australis</i>	A	0,0037	0,010	0,3730	1	0,5414
	B	0,0148	0,010	1,4829	6	0,9606
	AB	0,0079	0,010	0,7896	6	0,9924
<i>E. ciliaris</i>	A	0,4307	0,010	43,0678	1	0,0000
	B	4,0526	0,010	405,2589	6	0,0000
	AB	1,3322	0,010	133,2153	6	0,0000
<i>E. scoparia</i>	A	2,2078	0,010	220,7755	1	0,0000
	B	0,4186	0,010	41,8644	6	0,0000
	AB	0,3589	0,010	35,8942	6	0,0000
<i>E. tetralix</i>	A	1,4027	0,010	140,2695	1	0,0000
	B	5,6312	0,010	563,1215	6	0,0000
	AB	0,8139	0,010	81,3913	6	0,0000
<i>E. umbellata</i>	A	0,0000	0,010	0,0001	1	0,9913
	B	0,3194	0,010	31,9424	6	0,0000
	AB	0,3134	0,010	31,3399	6	0,0000
<i>E. vagans</i>	A	2,9421	0,010	294,2102	1	0,0000
	B	0,5799	0,010	57,9908	6	0,0000
	AB	0,8756	0,010	87,5598	6	0,0000

Tabla 8: Resultados de chi-cuadrado de dos factores para las diferencias en la germinación tras 3 meses para cada una de las especies estudiadas.

A: almacenamiento. **B:** tratamientos térmicos. **AB:** interacción de ambos factores.

TRATAMIENTOS CON HUMO											
Especie	Tratamiento	Descriptivos				ANOVA		Comparaciones a posteriori			
		N	Media	Desv.	Error típico	X ²	Sig.	1	2	3	4
C. vulgaris	1	6	6,31	1,97	0,80	21,66	0,00		+	+	
	2	5	21,35	13,95	6,24			+			+
	3	5	19,00	10,84	4,85			+			+
	4	5	7,54	8,29	3,71				+	+	
E. arborea	1	5	27,20	11,10	4,96	25,48	0,00		+	+	
	2	6	38,67	19,04	7,77			+		+	+
	3	6	49,33	10,01	4,09			+	+		+
	4	6	26,67	18,70	7,64				+	+	
E. australis	1	6	0,00	0,00	0,00	0,46	0,98				
	2	6	0,67	1,63	0,67						
	3	6	0,67	1,63	0,67						
	4	6	0,67	1,63	0,67						
E. ciliaris	1	6	27,74	6,03	2,46	4,91	0,30				
	2	5	34,67	11,75	5,14						
	3	5	30,67	17,02	7,61						
	4	5	22,53	12,23	5,47						
E. erigena	1	5	0,80	1,79	0,80	36,98	0,00		+	+	+
	2	5	11,20	9,96	4,45			+			
	3	5	15,20	6,57	2,94			+			
	4	5	15,20	10,73	4,80			+			
E. scoparia	1	5	58,40	33,78	15,10	53,67	0,00		+		
	2	5	88,00	6,93	3,10			+		+	+
	3	5	61,60	24,59	11,00				+		+
	4	5	52,00	10,95	4,90				+	+	
E. tetralix	1	6	44,14	15,30	6,25	54,24	0,00		+		+
	2	5	31,47	14,50	6,48			+		+	+
	3	5	48,44	18,92	8,46				+		+
	4	5	13,62	9,09	4,06			+	+	+	
E. umbellata	1	5	18,40	10,81	4,83	46,22	0,00			+	+
	2	5	12,00	7,48	3,35					+	+
	3	5	33,60	3,58	1,60			+	+		
	4	5	33,60	9,63	4,30			+	+		
E. vagans	1	5	32,80	5,22	2,33	42,57	0,00		+	+	+
	2	5	72,00	7,48	3,35			+		+	+
	3	5	48,00	8,00	3,58			+	+		
	4	5	48,00	16,25	7,27			+	+		

Tabla 9: Resultados de los ANOVA y test *a posteriori* para las diferencias entre tratamientos de humo en la germinación tras 3 meses para cada una de las especies estudiadas. Los descriptivos corresponden a los datos sin transformar.(1: Control, 2: Humo 5 min, 3: Humo 10 min, 4: Humo 15 min) (+: $p < 0.05$ según test de DMS).

TRATAMIENTOS CON HUMO. VARIABILIDAD INTERANUAL											
Especie	Tratamiento	Descriptivos				ANOVA		Comparaciones a posteriori			
		N	Media	Desv.	Error típico	X ²	Sig.	1	2	3	4
C. vulgaris	1	6	30,00	8,29	3,39	2,43	0,66				
	2	6	26,00	6,57	2,68						
	3	6	22,00	4,20	1,71						
	4	6	26,67	8,64	3,53						
E. arborea	1	6	86,00	15,75	6,43	12,08	0,02				+
	2	6	94,00	4,20	1,71						
	3	6	93,33	2,07	0,84						+
	4	6	96,67	3,93	1,61			+		+	
E. australis	1	6	0,00	0,00	0,00	15,32	0,00				+
	2	6	0,00	0,00	0,00						+
	3	6	1,33	2,07	0,84						+
	4	6	6,00	4,90	2,00			+	+	+	
E. ciliaris	1	6	22,00	6,57	2,68	33,31	0,00		+	+	+
	2	6	38,00	6,07	2,48			+		+	
	3	6	50,00	10,66	4,35			+	+		
	4	6	47,33	5,32	2,17			+			
E. scoparia	1	12	83,67	10,85	3,13	17,46	0,00		+	+	+
	2	12	92,67	7,78	2,25			+			
	3	12	92,00	6,15	1,78			+			
	4	12	90,00	8,27	2,39			+			
E. tetralix	1	6	49,33	12,56	5,13	37,37	0,00		+	+	+
	2	6	80,00	8,76	5,78			+			
	3	6	71,33	15,88	6,48			+			
	4	6	72,00	7,15	2,92			+			
E. umbellata	1	6	0,00	0,00	0,00	191,56	0,00		+	+	+
	2	6	10,67	9,35	3,81			+			+
	3	6	16,00	12,65	5,16			+			+
	4	6	51,33	13,95	5,70			+	+	+	
E. vagans	1	6	10,67	9,00	3,68	4,36	0,23				
	2	6	14,67	18,70	7,64						
	3	6	20,00	19,27	7,87						
	4	6	11,33	6,89	2,81						

Tabla 10: Resultados de los ANOVA y test *a posteriori* para las diferencias entre tratamientos de humo en la germinación tras 3 meses para cada una de las especies estudiadas en un año diferente. Los descriptivos corresponden a los datos sin transformar. (1: Control, 2: Humo 5 min, 3: Humo 10 min, 4: Humo 15 min) (+: $p < 0.05$ según test de DMS).

TRATAMIENTOS CON HUMO. VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO											
Especie	Tratamiento	Descriptivos				ANOVA		Comparaciones a posteriori			
		N	Media	Desv.	Error típico	X ²	Sig.	1	2	3	4
C. vulgaris	1	6	19,33	8,55	3,49	9,26	0,06		+	+	
	2	6	32,67	12,24	5,00			+			
	3	6	30,00	7,04	2,88			+			
	4	6	24,00	10,12	4,13						
E. arborea	1	6	50,67	14,68	5,99	84,50	0,00		+	+	+
	2	6	82,00	7,90	3,22			+			+
	3	6	74,67	16,33	6,67			+			+
	4	6	90,67	7,87	3,21			+	+	+	
E. australis	1	6	0,00	0,00	0,00	0,46	0,98				
	2	6	0,67	1,63	0,67						
	3	6	0,67	1,63	0,67						
	4	6	0,67	1,63	0,67						
E. ciliaris	1	6	34,67	18,36	7,49	9,19	0,06			+	
	2	6	38,00	22,16	9,04					+	
	3	6	50,00	19,06	7,78			+	+		
	4	6	51,20	14,25	6,37						
E. scoparia	1	6	23,33	17,78	7,26	47,62	0,00		+	+	+
	2	6	46,67	25,63	10,46			+			+
	3	6	42,67	25,51	10,41			+			+
	4	6	57,33	19,04	7,77			+	+	+	
E. tetralix	1	6	26,67	12,31	5,02	7,77	0,10			+	
	2	6	28,00	14,09	5,75					+	
	3	6	15,33	5,89	2,40			+	+		
	4	6	23,33	7,76	3,17						
E. umbellata	1	6	1,33	2,07	0,84	62,43	0,00		+	+	+
	2	6	9,33	4,13	1,69			+		+	+
	3	6	19,33	12,75	5,21			+	+		
	4	6	23,33	8,91	3,64			+	+		
E. vagans	1	6	28,00	10,43	4,26	9,46	0,05			+	+
	2	6	19,33	6,41	2,62						
	3	6	15,33	8,16	3,33				+		
	4	6	17,33	14,23	5,81				+		

Tabla 11: Resultados de los ANOVA y test *a posteriori* para las diferencias entre tratamientos de humo en la germinación tras 3 meses para cada una de las especies estudiadas tras un año de almacenamiento de las semillas. Los descriptivos corresponden a los datos sin transformar. (1: Control, 2: Humo 5 min, 3: Humo 10 min, 4: Humo 15 min) (+: $p < 0.05$ según test de DMS)

VARIABILIDAD INTERANUAL Y TRATAMIENTOS CON HUMO						
Especie	Factor Variación	Suma Cuadrados	varianza	Chi ²	gl	Sign.
<i>C. vulgaris</i>	A	0,6487	0,010	64,8726	1	0,0000
	B	0,0398	0,010	3,9789	3	0,2638
	AB	0,1067	0,010	10,6730	3	0,0136
<i>E. arborea</i>	A	6,0766	0,010	607,6573	1	0,0000
	B	0,2904	0,010	29,0428	3	0,0000
	AB	0,1897	0,010	18,9689	3	0,0003
<i>E. australis</i>	A	0,0106	0,010	1,0566	1	0,3040
	B	0,0420	0,010	4,1969	3	0,2410
	AB	0,0334	0,010	3,3404	3	0,3421
<i>E. ciliaris</i>	A	0,4056	0,010	40,5592	1	0,0000
	B	0,0793	0,010	7,9304	3	0,0475
	AB	0,3299	0,010	32,9922	3	0,0000
<i>E. scoparia</i>	A	17,8647	0,010	1786,4734	1	0,0000
	B	3,5676	0,010	356,7571	3	0,0000
	AB	4,6044	0,010	460,4448	3	0,0000
<i>E. tetralix</i>	A	2,3907	0,010	239,0715	1	0,0000
	B	0,2126	0,010	21,2622	3	0,0001
	AB	0,7976	0,010	79,7577	3	0,0000
<i>E. umbellata</i>	A	0,0155	0,010	1,5462	1	0,2137
	B	1,3501	0,010	135,0112	3	0,0000
	AB	0,5513	0,010	55,1315	3	0,0000
<i>E. vagans</i>	A	1,1091	0,010	110,9144	1	0,0000
	B	0,2098	0,010	20,9787	3	0,0001
	AB	0,1924	0,010	19,2374	3	0,0002

Tabla 12: Resultados de chi-cuadrado de dos factores para las diferencias en la germinación tras 3 meses para cada una de las especies estudiadas. A: variabilidad interanual. B: tratamientos de humo. AB: interacción de ambos factores.

ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTOS CON HUMO						
Especie	Factor Variación	Suma Cuadrados	varianza	Chi ²	gl	Sign.
<i>C. vulgaris</i>	A	0,6464	0,010	64,6413	1	0,0000
	B	0,1987	0,010	19,8749	3	0,0002
	AB	0,0161	0,010	1,6089	3	0,6574
<i>E. arborea</i>	A	2,6226	0,010	262,2577	1	0,0000
	B	0,7554	0,010	75,5446	3	0,0000
	AB	0,4025	0,010	40,2484	3	0,0000
<i>E. australis</i>	A	0,0000	0,010	0,0000	1	1,0000
	B	0,0026	0,010	0,2560	3	0,9681
	AB	0,0000	0,010	0,0000	3	1,0000
<i>E. ciliaris</i>	A	0,4777	0,010	47,7676	1	0,0000
	B	0,0395	0,010	3,9461	3	0,2673
	AB	0,1286	0,010	12,8562	3	0,0050
<i>E. scoparia</i>	A	0,1670	0,010	16,7042	1	0,0000
	B	0,4145	0,010	41,4470	3	0,0000
	AB	0,4877	0,010	48,7693	3	0,0000
<i>E. tetralix</i>	A	0,0886	0,010	8,8605	1	0,0029
	B	0,4114	0,010	41,1385	3	0,0000
	AB	0,4045	0,010	40,4472	3	0,0000
<i>E. umbellata</i>	A	0,1038	0,010	10,3777	1	0,0013
	B	0,6957	0,010	69,5737	3	0,0000
	AB	0,1195	0,010	11,9495	3	0,0076
<i>E. vagans</i>	A	0,5149	0,010	51,4868	1	0,0000
	B	0,1456	0,010	14,5586	3	0,0022
	AB	0,3038	0,010	30,3766	3	0,0000

Tabla 13: Resultados de chi-cuadrado de dos factores para las diferencias en la germinación tras 3 meses para cada una de las especies estudiadas.

A: almacenamiento. **B:** tratamientos de humo. **AB:** interacción de ambos factores.

	ANOVA			Test de Tukey							
	N	Media	Sig.		1	2	4	7	8	9	10
1. Calluna vulgaris 2002	6	79,92	0,00								
2. Erica arborea 2003	5	29,26		1	■	+	+	+	+	+	+
4. Erica ciliaris 2002	6	47,96		2	+	■					
7. Erica scoparia 2001	5	38,41		4	+		■				
8. Erica tetralix 2002	6	44,97		7	+			■			
9. Erica umbellata 2001	5	31,08		8	+				■		
10. Erica vagans 2001	5	44,67		9	+					■	
Total	54	21.43		10	+						■

Tabla 14: Resultados de los ANOVA y test *a posteriori* para las diferencias entre especies en los tiempos medios de germinación tras 3 meses de estudio. Los descriptivos corresponden a los datos sin transformar. *E. australis*, *E. cinerea* y *E. erigena* no se incluyen por falta de casos para la realización de los análisis,

	Descriptivos				Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media	F	Sig.	t	Grados de libertad	Sig.
Calluna vulgaris 2002	6	79,92	8,57	3,49	2,43	0,15	4,86	10	0,00
Calluna vulgaris 2003	6	60,09	5,13	2,09					
Erica arborea 2003	5	29,26	16,97	7,59					
Erica arborea 2004	6	11,60	0,47	0,19	7,33	0,02	2,33	4,01	0,08
Erica ciliaris 2002	6	47,96	10,48	4,28	0,18	0,68	3,10	10	0,01
Erica ciliaris 2003	6	29,23	10,48	4,28					
Erica scoparia 2001	5	38,41	10,63	3,75					
Erica scoparia 2004	6	22,44	1,38	0,56	21,05	0,00	3,34	4,11	0,03
Erica tetralix 2002	6	44,98	8,94	3,65	0,00	0,98	-2,21	10	0,05
Erica tetralix 2004	6	56,02	8,33	3,40					
Erica vagans 2001	5	44,67	4,55	2,03	0,27	0,62	-1,74	9	0,12
Erica vagans 2003	6	51,63	7,88	3,22					

Tabla 15: Resultados de las pruebas T para las diferencias en el tiempo medio de germinación entre los controles en diferentes años para cada una de las especies estudiadas. Los descriptivos corresponden a los datos sin transformar. *E. australis*, *E. cinerea* y *E. erigena* no se incluyen por falta de casos para la realización de los análisis.

	Descriptivos				Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media	F	Sig.	t	Grados de libertad	Sig.
Calluna vulgaris 2002	6	79,92	8,57	3,50	2,55	0,14	5,17	10	0,00
	6	43,45	15,01	6,13					
Erica arborea 2003	5	29,26	16,97	7,59	3,38	0,10	1,21	9	0,26
	6	20,60	4,66	1,91					
Erica ciliaris 2002	6	47,96	10,48	4,28	2,14	0,18	3,71	10	0,00
	6	31,02	3,91	1,60					
Erica scoparia 2001	5	38,41	10,63	4,75	2,80	0,13	2,17	9	0,06
	6	27,11	6,50	2,65					
Erica tetralix 2002	6	44,98	8,94	3,65	0,55	0,48	-0,53	10	0,61
	6	48,05	10,96	4,47					
Erica umbellata 2001	5	31,08	7,35	3,29	1,69	0,25	-1,53	5	0,19
	2	42,50	13,44	9,50					
Erica vagans 2001	5	44,67	4,55	2,03	2,56	0,14	-0,691	9	0,51
	6	48,18	10,47	4,27					

Tabla 16: Resultados de las pruebas T para las diferencias en los tiempos medios de germinación entre los controles en el mismo año de recogida de las semillas y tras almacenamiento, para cada una de las especies estudiadas. Los descriptivos corresponden a los datos sin transformar. *E. australis*, *E. cinerea* y *E. erigena* no se incluyen por falta de casos para la realización de los análisis,

TRATAMIENTOS TÉRMICOS																
Especie	Tratamiento	Descriptivos				ANOVA		Comparaciones <i>a posteriori</i>								
		N	Media	Desv.	Error típico	F	Sig.	1	2	3	4	5	6	7		
C. vulgaris	1	6	79,92	8,57	3,50	4,393	0,004					+	+	-		
	2	6	75,59	3,43	1,40									+	-	
	3	6	70,58	10,01	4,09									+	-	
	4	6	74,98	8,12	3,31									+	-	
	5	6	67,93	8,84	3,61					+						-
	6	6	58,77	11,02	4,50					+	+	+	+			-
	7	-	-	-	-					-	-	-	-	-	-	
E. arborea	1	5	29,26	16,97	7,59	1,068	0,402									
	2	5	18,06	7,79	3,49											
	3	6	20,82	5,57	2,28											
	4	5	24,46	3,53	1,58											
	5	6	24,48	4,90	2,00											
	6	6	29,29	9,70	3,96											
	7	6	24,16	10,06	4,11											
E. australis	1	-	-	-	-											
	2															
	3															
	4															
	5															
	6															
	7															
E. erigena	1	-	-	-	-											
	2															
	3															
	4															
	5															
	6															
	7															
E. ciliaris	1	6	47,96	10,49	4,28	10,453	0,000			+	+	+	+	-		
	2	6	43,77	6,24	2,55							+	+	+	+	-
	3	6	27,72	8,68	3,54					+	+					-
	4	4	24,33	4,90	2,44					+	+					-
	5	6	26,09	4,57	1,86					+	+					-
	6	6	31,60	6,06	2,47					+	+					-
	7	-	-	-	-					-	-	-	-	-	-	

(Continúa)

<i>E. scoparia</i>	1	5	38,41	10,63	4,75		0,198														
	2	5	39,28	4,63	2,07																
	3	5	38,98	12,60	5,64																
	4	5	27,64	4,17	1,87																
	5	5	38,77	9,36	4,18																
	6	5	37,00	8,70	3,89																
	7	5	30,99	3,26	1,46																
<i>E. tetralix</i>	1	6	44,98	8,94	3,65	3,562	0,014		+	+			+	+				-			
	2	6	37,21	4,14	1,69					+										-	
	3	6	34,96	5,64	2,30					+										-	
	4	6	38,36	4,21	1,72																-
	5	6	31,14	5,00	2,24					+											-
	6	6	29,63	12,20	8,63					+											-
	7	-	-	-	-					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. umbellata</i>	1	5	31,08	7,35	3,29	14,417	0,000		+	-	-			+	+						
	2	2	84,00	9,90	7,00					+		-	-	+							
	3	-	-	-	-					-	-										
	4	-	-	-	-					-	-	-									
	5	4	45,50	16,13	8,07						+						+	+			
	6	5	80,53	13,29	5,94					+						+					
	7	3	75,67	14,43	8,33					+						+					
<i>E. vagans</i>	1	5	44,67	4,55	2,03	2,267	0,066														
	2	5	45,94	8,02	3,58																
	3	5	47,29	9,87	4,41																
	4	5	39,52	3,49	1,56																
	5	5	53,24	5,11	2,28																
	6	5	43,48	6,56	2,94																
	7	5	41,85	5,95	2,66																

Tabla 17: Resultados de los ANOVA y test *a posteriori* para las diferencias entre tratamientos térmicos en los tiempos medios para cada una de las especies estudiadas. Los descriptivos y análisis corresponden a los datos sin transformar. (1: Control, 2: 80°C 5 min, 3: 80°C 10 min, 4: 110°C 5 min, 5: 110°C 10 min, 6: 150°C 5 min, 7: 150°C 10 min) (+: $p < 0.05$ según test de DMS). El símbolo - indica que el tratamiento no se incluye en el análisis estadístico por falta de casos.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS. VARIABILIDAD INTERANUAL																
Especie	Tratamiento	Descriptivos				ANOVA		Comparaciones <i>a posteriori</i>								
		N	Media	Desv.	Error típico	F	Sig.	1	2	3	4	5	6	7		
C. vulgaris	1	6	60,09	5,13	2,09	3,159	0,031		+	+			-	-		
	2	6	51,07	7,04	2,88			+						-	-	
	3	6	48,28	9,60	3,92			+			+			-	-	
	4	6	58,20	7,15	2,92						+			-	-	
	5	6	52,94	3,32	1,36									-	-	
	6	-	-	-	-					-	-	-	-	-		
	7	-	-	-	-					-	-	-	-	-	-	
E. arborea	1	6	11,60	0,47	0,20	6,434	0,000						+	-		
	2	6	12,23	0,56	0,23									+	-	
	3	6	12,08	0,95	0,39									+	-	
	4	6	13,86	1,84	0,75									+	-	
	5	6	15,73	3,68	1,50									+	-	
	6	6	27,20	14,51	8,38			+	+	+	+	+				
	7	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-		
E. australis	1	-	-	-	-											
	2															
	3															
	4															
	5															
	6															
	7															
E. ciliaris	1	5	32,41	7,84	3,50	4,164	0,007		+	+	+	+	-	+		
	2	6	21,27	3,95	1,61			+						-		
	3	6	20,67	4,24	1,72			+						-		
	4	6	18,82	2,37	0,97			+						-		
	5	6	24,50	5,77	2,36			+						-		
	6	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-			
	7	2	22,00	11,31	8,00			+								
E. scoparia	1	6	22,44	1,38	0,56	3,351	0,011							+		
	2	6	24,16	1,96	0,80										+	
	3	6	25,51	1,73	0,71										+	
	4	6	23,55	1,46	0,60										+	
	5	6	26,78	3,54	1,44										+	
	6	5	25,75	20,94	9,36										+	
	7	4	49,59	24,49	12,24			+	+	+	+	+	+	+		

(Continúa)

E. tetralix	1	6	56,02	8,33	3,40	23,088	0,000				+	+	-	-			
	2	6	54,26	4,39	1,79								+	+	-	-	
	3	6	50,75	5,52	2,25								+	+	-	-	
	4	6	31,00	3,18	1,30					+	+	+			-	-	
	5	6	35,78	6,28	2,56					+	+	+			-	-	
	6	-	-	-	-					-	-	-	-	-			
	7	-	-	-	-					-	-	-	-	-	-		
E. umbellata	1	-	-	-	-												
	2																
	3																
	4																
	5																
	6																
	7																
E. vagans	1	6	51,63	7,89	3,22	0,583	0,678							-	-		
	2	6	50,93	11,93	4,87											-	-
	3	5	54,62	6,22	2,78											-	-
	4	6	61,46	15,27	6,23											-	-
	5	2	57,75	37,12	26,25											-	-
	6	-	-	-	-												-
	7	-	-	-	-												-

Tabla 18: Resultados de los ANOVA y Test *a posteriori* para las diferencias entre tratamientos térmicos en los tiempos medios para cada una de las especies estudiadas en un año diferente. Los descriptivos y análisis corresponden a los datos sin transformar. (1: Control, 2: 80°C 5 min, 3: 80°C 10 min, 4: 110°C 5 min, 5: 110°C 10 min, 6: 150°C 5 min, 7: 150°C 10 min) (+: $p < 0.05$ según test de DMS). El símbolo – indica que el tratamiento no se incluye en el análisis estadístico por falta de casos.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS. VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO																		
Especie	Tratamiento	Descriptivos				ANOVA		Comparaciones a posteriori										
		N	Media	Desv.	Error típico	F	Sig.	1	2	3	4	5	6	7				
C. vulgaris	1	6	43,45	15,01	6,13	0,852	0,510							-	-			
	2	6	41,55	12,13	4,95											-	-	
	3	6	38,58	8,43	3,44											-	-	
	4	4	36,29	11,59	5,80												-	-
	5	2	53,50	0,71	0,50												-	-
	6	-	-	-	-					-	-	-	-	-				
	7	-	-	-	-					-	-	-	-	-	-			
E. arborea	1	6	20,60	4,66	1,90	7,890	0,000							+	+	-		
	2	6	23,47	2,31	0,94											+	+	-
	3	6	18,97	1,89	0,77											+	+	-
	4	6	23,17	3,26	1,33											+	+	-
	5	6	29,52	6,00	2,45					+	+	+	+					-
	6	3	31,22	0,69	0,40					+	+	+	+					-
	7	-	-	-	-					-	-	-	-	-	-	-	-	
E. australis	1	-	-	-	-													
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	
	6																	
	7																	
E. ciliaris	1	6	31,02	3,91	1,60	3,603	0,019								-	-		
	2	6	26,51	3,67	1,50											+	-	-
	3	6	26,85	2,77	1,13											+	-	-
	4	6	27,29	4,48	1,83											+	-	-
	5	6	36,40	9,52	3,89					+	+	+					-	-
	6	-	-	-	-					-	-	-	-	-				-
	7	-	-	-	-					-	-	-	-	-	-	-	-	
E. scoparia	1	6	27,11	6,50	2,65	1,191	0,335											
	2	6	28,08	1,92	0,78													
	3	6	27,02	5,89	0,41													
	4	6	28,90	2,92	0,19													
	5	5	27,17	4,99	2,23													
	6	5	31,93	2,82	1,26													
	7	6	33,34	9,49	3,88													

(Continúa)

E. tetralix	1	6	48,05	10,96	4,47	1,161	0,359							-	-		
	2	6	45,87	5,91	2,41											-	-
	3	6	43,87	6,75	2,76											-	-
	4	3	34,33	7,09	4,10											-	-
	5	3	46,00	16,70	9,64											-	-
	6	-	-	-	-											-	-
	7	-	-	-	-											-	-
E. umbellata	1	2	42,50	13,44	9,50	0,335	0,884										
	2	-	-	-	-												
	3	2	56,50	26,16	18,50												
	4	3	41,00	27,73	16,01												
	5	3	40,33	6,11	3,53												
	6	6	43,33	13,79	5,63												
	7	6	42,75	7,91	3,23												
E. vagans	1	6	48,18	10,47	4,27	4,126	0,024							+	-	-	
	2	6	49,64	9,09	3,71										+	-	-
	3	6	57,44	7,30	2,98											-	-
	4	2	72,67	13,19	9,33											+	+
	5	-	-	-	-											-	-
	6	-	-	-	-											-	-
	7	-	-	-	-											-	-

Tabla 19: Resultados de los ANOVA y Test *a posteriori* para las diferencias entre tratamientos térmicos en los tiempos medios para cada una de las especies estudiadas tras un año de almacenamiento de las semillas. Los descriptivos y análisis corresponden a los datos sin transformar. (1: Control, 2: 80°C 5 min, 3: 80°C 10 min, 4: 110°C 5 min, 5: 110°C 10 min, 6: 150°C 5 min, 7: 150°C 10 min) (+: $p < 0.05$ según test de DMS). El símbolo - indica que el tratamiento no se incluye en el análisis estadístico por falta de casos.

TRATAMIENTOS CON HUMO											
Especie	Tratamiento	Descriptivos				ANOVA		Comparaciones <i>a posteriori</i>			
		N	Media	Desv.	Error típico	F	Sig.	1	2	3	4
C. vulgaris	1	6	79,92	8,57	3,50	2,091	0,144				
	2	5	693,51	19,80	8,85						
	3	5	67,77	6,70	3,00						
	4	3	62,00	12,44	7,18						
E. arborea	1	5	29,26	16,97	7,59	1,668	0,207				
	2	6	18,47	4,19	1,71						
	3	6	18,74	2,12	0,87						
	4	6	19,28	8,51	3,47						
E. australis	1	-	-	-	-						
	2										
	3										
	4										
E. erigena	1	-	-	-	-						
	2										
	3										
	4										
E. ciliaris	1	6	47,96	10,48	4,28	6,461	0,004		+	+	+
	2	5	37,14	2,52	1,13			+			
	3	5	34,84	3,58	1,60			+			
	4	5	32,18	4,68	2,09			+			
E. scoparia	1	5	38,41	10,63	4,75	0,615	0,615				
	2	5	36,15	4,98	2,23						
	3	5	38,82	8,56	3,83						
	4	5	33,03	4,29	1,92						
E. tetralix	1	6	44,97	8,94	3,65	4,456	0,019				+
	2	5	46,92	13,45	6,01						+
	3	5	39,60	11,94	5,34						+
	4	4	23,17	6,52	3,26			+	+	+	
E. umbellata	1	5	31,08	7,35	3,29	24,898	0,000		+	+	+
	2	4	73,09	14,50	7,25			+			
	3	5	69,30	3,37	1,50			+			
	4	5	70,91	8,53	3,81			+			
E. vagans	1	5	44,67	4,55	2,03	6,082	0,006				+
	2	5	39,80	2,55	1,14						+
	3	5	42,91	5,50	2,46						+
	4	5	54,82	9,03	4,04			+	+	+	

Tabla 20: Resultados de los ANOVA y Test *a posteriori* para las diferencias entre tratamientos de humo en el tiempo medio para cada una de las especies estudiadas. Los descriptivos y análisis corresponden a los datos sin transformar. (1: Control, 2: Humo 5 min, 3: Humo 10 min, 4: Humo 15 min) (+: $p < 0.05$ según test de DMS). El símbolo - indica que el tratamiento no se incluye en el análisis estadístico por falta de casos.

TRATAMIENTOS CON HUMO. VARIABILIDAD INTERANUAL											
Especie	Tratamiento	Descriptivos				ANOVA		Comparaciones <i>a posteriori</i>			
		N	Media	Desv.	Error típico	F	Sig.	1	2	3	4
C. vulgaris	1	6	60,09	5,13	2,09	5,690	0,006		+	+	+
	2	6	42,81	7,06	2,88			+			
	3	6	40,32	10,99	4,49			+			
	4	6	42,87	12,41	5,07			+			
E. arborea	1	6	11,60	0,47	0,19	1,053	0,391				
	2	6	11,50	0,18	0,07						
	3	6	11,87	0,52	0,21						
	4	6	11,58	0,27	0,11						
E. australis	1	-	-	-	-						
	2										
	3										
	4										
E. ciliaris	1	6	29,23	10,48	4,28	1,287	0,306				
	2	6	28,39	8,33	3,40						
	3	6	23,61	3,44	1,40						
	4	6	21,70	7,63	3,12						
E. scoparia	1	6	22,44	1,38	0,56	21,293	0,000		+	+	+
	2	6	18,89	1,26	0,51			+			
	3	6	18,30	0,83	0,34			+			
	4	6	17,57	1,05	0,43			+			
E. tetralix	1	6	56,02	8,33	3,40	37,429	0,000		+	+	+
	2	6	27,36	0,94	0,38			+			
	3	6	31,18	3,43	1,40			+			
	4	6	32,18	5,22	2,13			+			
E. umbellata	1	-	-	-	-						
	2										
	3										
	4										
E. vagans	1	6	51,63	7,89	3,22	1,921	0,165				
	2	4	37,21	4,96	2,48						
	3	5	41,76	5,06	2,26						
	4	6	43,75	15,22	6,21						

Tabla 21: Resultados de los ANOVA y Test *a posteriori* para las diferencias entre tratamientos de humo en el tiempo medio para cada una de las especies estudiadas en un año diferente. Los descriptivos y análisis corresponden a los datos sin transformar. (1: Control, 2: Humo 5 min, 3: Humo 10 min, 4: Humo 15 min) (+: $p < 0.05$ según test de DMS). El símbolo – indica que el tratamiento no se incluye en el análisis estadístico por falta de casos.

TRATAMIENTOS CON HUMO. VARIABILIDAD ALMACENAMIENTO											
Especie	Tratamiento	Descriptivos				ANOVA		Comparaciones <i>a posteriori</i>			
		N	Media	Desv.	Error típico	F	Sig.	1	2	3	4
C. vulgaris	1	6	43,45	15,01	6,13	0,429	0,734				
	2	6	37,16	5,78	2,36						
	3	6	37,91	8,82	3,60						
	4	6	37,68	12,23	4,99						
E. arborea	1	6	20,60	4,66	1,90	4,732	0,012		+	+	+
	2	6	16,61	2,72	1,11			+			
	3	6	14,80	1,05	0,43			+			
	4	6	15,99	1,37	0,56			+			
E. australis	1	-	-	-	-						
	2										
	3										
	4										
E. ciliaris	1	6	31,02	3,91	1,60	1,966	0,152				
	2	6	26,52	6,01	2,45						
	3	6	27,02	3,50	1,73						
	4	6	24,94	4,26	1,74						
E. scoparia	1	6	27,11	6,50	2,65	1,529	0,239				
	2	5	29,34	2,72	1,22						
	3	6	33,20	5,32	2,17						
	4	6	29,14	4,44	1,81						
E. tetralix	1	6	48,05	10,96	4,47	5,577	0,006		+	+	+
	2	6	37,39	7,95	3,25			+			
	3	6	29,55	7,66	3,13			+			
	4	6	32,23	6,73	2,75			+			
E. umbellata	1	2	42,50	13,44	9,50	1,231	0,331				
	2	6	60,06	19,09	7,79						
	3	6	50,68	8,64	3,53						
	4	6	48,78	9,02	3,68						
E. vagans	1	6	48,18	10,47	4,27	0,742	0,639				
	2	6	50,18	6,61	2,70						
	3	6	49,33	6,70	2,74						
	4	6	42,73	12,83	5,24						

Tabla 22: Resultados de los ANOVA y Test *a posteriori* para las diferencias entre tratamientos de humo en el tiempo medio para cada una de las especies estudiadas tras un año de almacenamiento de las semillas. Los descriptivos corresponden a los datos sin transformar. (1: Control, 2: Humo 5 min, 3: Humo 10 min, 4: Humo 15 min) (+: $p < 0.05$ según test de DMS). El símbolo – indica que el tratamiento no se incluye en el análisis estadístico por falta de casos.

	Descriptivos				Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media	F	Sig.	t	Grados de libertad	Sig.
<i>E. ciliaris</i> no quemado	50	8.24	5.03	0.71	2.529	0.115	2.990	98	0.004
<i>E. ciliaris</i> quemado	50	5.64	3.54	0.50					
<i>E. scoparia</i> no quemado	50	15.52	14.65	2.07	0.011	0.918	0.393	98	0.695
<i>E. scoparia</i> quemado	50	14.36	14.89	2.11					
<i>E. vagans</i> no quemado	50	3.52	2.97	0.42	2.584	0.11	-5.390	98	0.000
<i>E. vagans</i> quemado	50	7.10	3.64	0.51					

Tabla 23: Pruebas T para las diferencias en la germinación entre los suelos no quemados y quemados de las tres comunidades estudiadas.

	Descriptivos				Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media	F	Sig.	t	Grados de libertad	Sig.
<i>E. ciliaris</i> no quemado H1	50	4.96	3.28	0.46	1.419	0.236	2.791	98	0.006
<i>E. ciliaris</i> no quemado H2	50	3.28	2.72	0.38					
<i>E. ciliaris</i> quemado H1	50	3.26	2.59	0.37	3.788	0.54	1.930	98	0.057
<i>E. ciliaris</i> quemado H2	50	2.38	1.93	0.27					
<i>E. scoparia</i> no quemado H1	50	8.66	9.98	4.41	1.950	0.166	1.105	98	0.272
<i>E. scoparia</i> no quemado H2	50	6.86	5.76	0.81					
<i>E. scoparia</i> quemado H1	50	8.62	10.93	1.55					
<i>E. scoparia</i> quemado H2	50	5.74	5.24	0.74	6.106	0.015	1.680	70.432	0.097
<i>E. vagans</i> no quemado H1	50	1.92	2.17	0.31	0.314	0.576	0.582	98	0.396
<i>E. vagans</i> no quemado H2	50	1.60	1.53862	0.22					
<i>E. vagans</i> quemado H1	50	4.10	2.76	0.39	3.858	0.052	2.280	98	0.025
<i>E. vagans</i> quemado H2	50	3.00	2.01	0.28					

Tabla 24: Pruebas T para las diferencias en la germinación entre el horizonte superior e inferior (H1 y H2 respectivamente) de las tres comunidades antes y después del incendio.

	Descriptivos				Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media	F	Sig.	t	Grados de libertad	Sig.
<i>E. ciliaris</i> H1 no quemado	50	4.96	3.28	0.46	1.657	0.201	2.880	98	0.005
<i>E. ciliaris</i> H1 quemado	50	3.26	2.59	0.37					
<i>E. ciliaris</i> H2 no quemado	50	3.28	2.72	0.38	3.409	0.068	1.910	98	0.059
<i>E. ciliaris</i> H2 quemado	50	2.38	1.93	0.27					
<i>E. scoparia</i> H1 no quemado	50	8.66	9.98	1.41	0.457	0.501	0.019	98	0.985
<i>E. scoparia</i> H1 quemado	50	8.62	10.93	1.55					
<i>E. scoparia</i> H2 no quemado	50	6.86	5.76	0.81	0.152	0.697	1.017	98	0.312
<i>E. scoparia</i> H2 quemado	50	5.74	5.24	0.74					
<i>E. vagans</i> H1 quemado	50	1.92	2.17	0.31					
<i>E. vagans</i> H1 no quemado	50	4.10	2.76	0.39	7.330	0.008	-4.397	92.9	0.000
<i>E. vagans</i> H2 quemado	50	1.60	1.54	0.22					
<i>E. vagans</i> H2 no quemado	50	3.00	2.01	0.28	6.897	0.010	-3.911	91.7	0.000

Tabla 25: Pruebas T para las diferencias en la germinación entre suelo no quemado y quemado en el horizonte superior e inferior (H1 y H2 respectivamente) de las tres comunidades.

	Descriptivos				Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media	F	Sig.	T	Grados de libertad	Sig.
<i>E. ciliaris</i> Leñosas ericáceas no quemado	50	6.30	4.09	0.58	0.389	0.534	1.348	98	0.181
<i>E. ciliaris</i> Leñosas ericáceas quemado	50	5.28	3.45	0.49					
<i>E. ciliaris</i> Leñosas fabáceas no quemado	50	0.34	0.63	0.09					
<i>E. ciliaris</i> Leñosas fabáceas quemado	50	0.06	0.24	0.03	36.933	0.00	2.952	63.08	0.004
<i>E. ciliaris</i> Herbáceas poáceas no quemado	50	1.14	1.29	0.18					
<i>E. ciliaris</i> Herbáceas poáceas quemado	50	0.16	0.37	0.52	52.721	0.000	5.149	56.98	0.000
<i>E. ciliaris</i> Otras herbáceas no quemado	50	0.44	0.64	0.09					
<i>E. ciliaris</i> Otras herbáceas quemado	50	0.12	0.44	0.06	25.413	0.000	2.911	86.03	0.005

Tabla 26: Pruebas T para las diferencias en la germinación entre el horizonte superior e inferior (H1 y H2 respectivamente) en cada uno de los grupos de especies en el brezal húmedo de *E. ciliaris*.

	Descriptivos				Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media	F	Sig.	T	Grados de libertad	Sig.
<i>E.scoparia</i> Leñosas ericáceas no quemado	50	1.60	2.08	0.29					
<i>E.scoparia</i> Leñosas ericáceas quemado	50	4.60	3.73	0.53	7.077	0.009	-4.972	76.846	0.000
<i>E.scoparia</i> Leñosas fabáceas no quemado	50	0.14	0.40	0.06	0.974	0.326	0.520	98	0.605
<i>E.scoparia</i> Leñosas fabáceas quemado	50	0.10	0.36	0.51					
<i>E.scoparia</i> Herbáceas asteráceas no quemado	50	0.90	1.25	0.18	1.293	0.258	-0.270	98	0.788
<i>E.scoparia</i> Herbáceas asteráceas quemado	50	1.00	2.30	0.33					
<i>E.scoparia</i> Herbáceas Fabáceas no quemado	50	0.70	1.05	0.15	0.509	0.477	0.550	98	0.584
<i>E.scoparia</i> Herbáceas Fabáceas quemado	50	0.58	1.13	0.16					
<i>E.scoparia</i> Herbáceas poáceas no quemado	50	1.40	1.60	0.23					
<i>E.scoparia</i> Herbáceas poáceas quemado	50	0.46	0.76	0.11	10.897	0.000	3.744	70.034	0.000
<i>E.scoparia</i> Otras herbáceas no quemado	50	10.78	13.22	1.87	0.150	0.699	1.209	98	0.229
<i>E.scoparia</i> Otras herbáceas quemado	50	7.58	13.24	1.87					

Tabla 27: Pruebas T para las diferencias en la germinación entre el horizonte superior e inferior (H1 y H2 respectivamente) en cada uno de los grupos de especies en el brezal seco de *E. scoparia*.

	Descriptivos				Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media	F	Sig.	T	Grados de libertad	Sig.
<i>E. vagans</i> Leñosas ericáceas no quemado	50	0.92	1.34	0.19					
<i>E. vagans</i> Leñosas ericáceas quemado	50	5.36	3.64	0.51	42.537	0.000	-8.094	61.992	0.000
<i>E. vagans</i> Leñosas fabáceas no quemado	50	0.12	0.33	0.05	1.257	0.265	-0.529	98	0.598
<i>E. vagans</i> Leñosas fabáceas quemado	50	0.16	0.42	0.60					
<i>E. vagans</i> Herbáceas asteráceas no quemado	50	0.92	2.09	0.30					
<i>E. vagans</i> Herbáceas asteráceas quemado	50	0.40	0.20	0.30	16.747	0.000	2.966	49.880	0.005
<i>E. vagans</i> Herbáceas fabáceas no quemado	50	0.14	0.40	0.06					
<i>E. vagans</i> Herbáceas fabáceas quemado	50	0.02	0.14	0.02	17.87	0.000	1.980	60.799	0.052
<i>E. vagans</i> Herbáceas poáceas no quemado	50	0.64	0.96	0.14					
<i>E. vagans</i> Herbáceas poáceas quemado	50	0.14	0.35	0.05	43.65	0.000	3.447	61.738	0.001
<i>E. vagans</i> Otras herbáceas no quemado	50	0.52	0.93	0.13					
<i>E. vagans</i> Otras herbáceas quemado	50	1.34	1.47	0.21	13.48	0.000	-3.340	83.020	0.001

Tabla 28: Pruebas T para las diferencias en la germinación entre el horizonte superior e inferior (H1 y H2 respectivamente) en cada uno de los grupos de especies en el brezal seco de *E. vagans*.