



8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**



8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya - 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza



Variabilidad intrapoblacional en el grado de latencia física en semillas del arbusto *Adenocarpus argyrophyllus* (Leguminosae)

COPETE CARREÑO, M.A.^{1,2}, HERRANZ SANZ, J.M.^{1,2}, COPETE CARREÑO, E.^{1,2} y FERRANDIS GOTOR, P.^{1,2}

¹ ETSIAM de Albacete, Departamento de Producción Vegetal y Tecnología Agraria de la Universidad de Castilla-La Mancha.

² Instituto Botánico de la Universidad de Castilla-La Mancha.

Resumen

Numerosos estudios indican que las altas temperaturas generadas en las capas superficiales del suelo durante los incendios forestales promueven la germinación de leguminosas. Estas temperaturas pueden variar mucho de un sitio a otro en función de la materia orgánica existente en el suelo y del combustible acumulado. Las legumbres de muchas leguminosas arbustivas, p.e. *Adenocarpus*, al madurar tienen una apertura explosiva y pueden lanzar sus semillas a varios metros de distancia de la planta madre, por lo que a un claro de vegetación pueden llegar semillas procedentes de diferentes individuos.

Las semillas de *Adenocarpus argyrophyllus* procedentes de diferentes individuos (10) de una población han respondido de forma distinta a los tratamientos térmicos previos a su siembra, originando modelos diferenciados de emergencia de plántulas: cohortes de semillas con emergencia más rápida tras un choque térmico de 90°C durante 10 minutos, otras tras 120°C durante 5 minutos, e incluso una cohorte con emergencia óptima en las semillas control (sin tratamiento térmico previo). Esta respuesta diferenciada de los distintos individuos a los tratamientos térmicos podría tener valor adaptativo para facilitar la regeneración post-incendio ya que, independientemente de la temperatura alcanzada en un punto concreto, siempre habrá en ese punto semillas cuya germinación sea estimulada por dicha temperatura.

Palabras clave

Escarificación térmica, latencia física, plántula, reclutamiento, semilla.

1. Introducción

Las dinámicas de los ecosistemas mediterráneos reflejan adaptaciones a largo plazo frente al cambio climático y frente al fuego, de modo que muchas especies vegetales han desarrollado respuestas que les permiten persistir (TROUMBIS & TRABAUD, 1986). Después del fuego, muchas especies en estas comunidades son capaces de regenerar vegetativamente mediante rebrotes, pero existen otras especies menos frecuentes que solamente regeneran a partir de semillas, en las que el reclutamiento de plántulas tiene su origen en un banco edáfico durmiente de semillas, jugando el fuego un papel crucial en la estimulación de su germinación (KEELEY, 1987).

Debe tenerse en cuenta que, aunque la reproducción sexual pudiera no ser la más importante cuantitativamente, puede desempeñar un papel trascendental por permitir conservar la variación genética de especies que tienden a regenerar vegetativamente (TÁRREGA et al., 1992). Por tanto, es crucial conocer los factores que regulan la germinación. En este estudio se analiza la ecología germinativa del arbusto mediterráneo *Adenocarpus argyrophyllus* (Rivas Goday) Caball. (Leguminosae), analizando la variabilidad intrapoblacional y la potencialidad de la especie para formar bancos edáficos de semillas de carácter persistente. En especies con algún grado de amenaza como ésta, la persistencia de semillas en el suelo asegura el mantenimiento de una población en un área, siendo un factor trascendental para la supervivencia de especies anuales amenazadas como *Sisymbrium cavanillesianum* Castrov. & Valdés Berm. (HERRANZ et al., 2003a) y

bienales como *Coincya rupestris* subsp. *rupestris* Porta & Rigo ex Rouy (HERRANZ et al., 2003b), incluso en años sin producción de semillas.

Las temperaturas experimentadas por las semillas contenidas en los bancos edáficos durante los incendios forestales determinan si logran sobrevivir y germinar después del fuego. Por otro lado, en zonas incendiadas se ha registrado la existencia de complejos mosaicos de puntos sometidos a un amplio rango de temperaturas diferentes (AULD & O'CONNELL, 1991). En las leguminosas varios estudios indican que las altas temperaturas generadas en las capas superficiales del suelo promueven la germinación (TÁRREGA et al., 1992; HERRANZ et al., 1998). Por ello, las leguminosas son consideradas un componente importante de las comunidades en la sucesión post-incendio en la región mediterránea (THANOS et al., 1989).

Adenocarpus argyrophyllus es un arbusto perennifolio, endémico del centro-occidental de la península Ibérica, donde habita entre 800-1800 m, sobre sustratos silíceos, formando parte de comunidades dominadas por *Quercus* sp. o en matorrales tipo "maquis" (CASTROVIEJO, 1999). Sus semillas recién dispersadas tienen cubiertas duras que impiden su imbibición, lo que confirma la existencia de latencia física (BASKIN & BASKIN, 2014). Las comunidades en las que habita han sufrido una elevada presión antrópica durante siglos, incluyendo incendios forestales, pastoreo y aprovechamientos madereros. Su regeneración tras incendio se produce principalmente por rebrote, pero también se observan plántulas en las áreas quemadas (observación personal).

Estudios preliminares pusieron de manifiesto que semillas que habían recibido un choque térmico (90°C, 10 minutos) apenas germinaban (<20%) al incubarlas a 20/7°C en luz durante 60 días, pero daban lugar a una abundante emergencia de plántulas durante los 2 años siguientes cuando se procedía a su siembra. Estos resultados indicaban que durante el choque térmico las semillas podrían haber sufrido una debilitación de su cubierta que facilitara la emergencia posterior.

Por ello, se ha considerado interesante evaluar el efecto en la emergencia posterior de plántulas de choques térmicos sobre semillas producidas por diferentes individuos, ya que requerimientos diferentes de calor podrían tener valor adaptativo en forma de mecanismo que facilitaría la germinación después del fuego, ya que las semillas de uno u otro individuo responderían positivamente en función de las temperaturas alcanzadas en las capas superficiales.

2. Objetivos

Teniendo en cuenta lo indicado anteriormente, el objetivo de este estudio es evaluar el efecto de diferentes tratamientos térmicos con calor seco en semillas recién dispersadas, sobre la emergencia acumulada de plántulas durante 5 años, analizando su variabilidad intrapoblacional.

3. Metodología

Material vegetal y fuente de las semillas:

Adenocarpus argyrophyllus alcanza con frecuencia 4 m de talla y 20 cm de diámetro en la base del tronco, y se ramifica desde la misma base, por lo que posee una copa muy amplia, siendo abundantes los individuos que producen más de un millar de legumbres. Las legumbres miden 4-6 cm de longitud, con 3-7 semillas de gran tamaño, 4,4-5,0 x 3,5-4,9 mm, ovoideas, comprimidas lateralmente, de color verde oscuro. La maduración se produce a finales de julio y las legumbres tienen una apertura explosiva, pudiendo dispersar las semillas a varios metros de distancia, y van recubiertas de abundantes pelos glandulares. Tras la dehiscencia, muchos frutos todavía conservan 1-2 semillas en su parte basal, y al ser pegajosos pueden adherirse a los pelos de los animales, que contribuyen de forma activa a su dispersión (CASTROVIEJO, 1999).

El peso medio de las semillas recién dispersadas es de 44 mg y sumergidas en agua durante 24 h no se hidratan (no aumentan de peso), lo que confirma la existencia de latencia física.

En la zona más meridional de su área de distribución geográfica, es decir, Castilla-La Mancha, presenta poblaciones muy reducidas, por lo que ha sido incluida en su catálogo de flora amenazada (D.O.C.M., 1998). La población objeto de estudio está ubicada en la Sierra de San Vicente (Real de San Vicente, Toledo), a una altitud de 1240 m, en orientación norte, sobre cuarcitas y sustrato silíceo, ocupando una superficie aproximada de 2 ha y con un tamaño estimado comprendido entre 190-230 individuos adultos. Se halla en una masa arbórea mixta de *Quercus pyrenaica* Willd. y *Q. ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp., en cuyos claros se desarrolla un piornal con *Adenocarpus argyrophyllus*, *Genista florida* L., *G. cinerascens* Lange, *Cytisus scoparius* (L.) Link., *Pistacia terebinthus* L. y *Daphne gnidium* L.

El 26 de julio de 2013, cuando ya se había iniciado la dehiscencia de las legumbres, se eligieron 10 plantas con buena conformación de copa, aspecto vigoroso y saludable, y bien nutridas de frutos. De cada una se recolectaron por separado entre 300-350 legumbres (obteniendo una cohorte de 1200-1400 semillas), que se guardaron en bolsas de papel independientes. Transcurridos 0-2 días desde la recolección, las legumbres explotaron de forma ruidosa, liberando las semillas, que se separaron de las paredes de las cubiertas de las legumbres mediante un tamiz con luz de malla de 0,5 cm. Una vez limpias, las semillas se conservaron en sobres de papel a temperatura ambiente (22°C, h.r. 50%) hasta que fueron requeridas para la realización de los ensayos.

Emergencia acumulada de plántulas tras escarificación por calor seco en semillas recién dispersadas. Variabilidad intrapoblacional:

El ensayo se inició el 1 de agosto de 2013. De cada cohorte de semillas se prepararon 3 lotes de 300 semillas cada uno. Un lote se utilizó como control, en otro lote las semillas fueron expuestas a 90°C durante 10 minutos (90°C/10 min), y en el tercero a 120°C durante 5 minutos (120°C/5 min). De cada lote se prepararon 3 réplicas, de 100 semillas cada réplica.

A continuación, se procedió a la siembra de cada réplica en una maceta de PVC de 20 cm de diámetro y 18 cm de profundidad, rellena de arena, colocando las semillas más o menos equidistantes a una profundidad comprendida entre 0,5-1 cm con ayuda de pinzas. Las 90 macetas (10 x 3 x 3) quedaron ubicadas en un umbráculo sin control de temperatura en el campo de prácticas de la E.T.S. de Ingenieros Agrónomos y de Montes de Albacete, a 690 m de altitud. En el umbráculo se instaló un registrador de temperaturas y, para simular las condiciones de humedad del suelo en el hábitat natural, se programó un riego una vez a la semana hasta capacidad de campo, reduciéndose la frecuencia de riego a dos veces al mes en los meses de julio y agosto para simular la sequía estival característica del clima mediterráneo. Además, el riego fue suspendido cuando el sustrato estaba helado en invierno. La emergencia de plántulas fue objeto de seguimiento durante 5 años, hasta el 1 de diciembre de 2018, anotando y retirando las plántulas emergidas cada 15 días.

Durante la semana siguiente a la finalización del ensayo, se procedió a la recuperación de las semillas que no habían originado plántulas. De cada maceta se separó la capa superior de arena hasta una profundidad de 3 cm, para asegurar el rescate de todas las semillas no germinadas, separando las semillas fácilmente mediante lavado a través de un tamiz de 2 mm. Las semillas rescatadas fueron clasificadas como embebidas y no embebidas. Las semillas no embebidas fueron escarificadas mecánicamente y a continuación se incubaron a 20/7°C en luz durante 60 días. Las semillas embebidas se incubaron directamente a 20/7°C en luz.

Los ensayos de incubación se realizaron en cámaras equipadas con control digital de temperatura e iluminación [$\pm 0,1^\circ\text{C}$, luz fluorescente fría blanca, $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (1350 lux)]. Como se ha indicado, la incubación se llevó a cabo en condiciones de fotoperíodo (luz): 12 h en luz a 20°C , y 12 h en oscuridad a 7°C , simulando la alternancia del día y de la noche. Las semillas se colocaron en una placa Petri de 9 cm de diámetro sobre dos capas de papel de filtro humedecido con agua destilada. Las placas se sellaron con Parafilm para minimizar la pérdida de agua. La emergencia de radícula ($\geq 1 \text{ mm}$) fue el criterio aplicado para registrar una semilla como germinada. El recuento de las semillas germinadas se realizó cada 2-3 días durante el periodo de 60 días, y las semillas germinadas se fueron eliminando. Trascurrido este periodo las semillas germinadas fueron consideradas viables y las no germinadas inviables.

Algunas semillas perdieron su viabilidad durante los 5 años de duración del ensayo y se descompusieron, por lo que no pudieron ser rescatadas. En cada réplica, este número se calculó restando al número inicial de semillas (100) la emergencia acumulada de plántulas y el número de semillas rescatadas. Para el cálculo de la viabilidad de las semillas en cada réplica estas semillas se consideraron inviables.

Tratamiento estadístico:

Los porcentajes de emergencia de plántulas fueron comparados entre tratamientos aplicando un análisis de varianza multifactorial, considerando dos factores: la escarificación térmica aplicada a las semillas (tres niveles) y la planta madre origen de éstas (10 niveles). Los tratamientos responsables de los efectos principales significativos se detectaron con la prueba de comparación múltiple de Tukey. Los valores de la emergencia final acumulada de plántulas fueron transformados previamente mediante el arcoseno de su raíz cuadrada.

4. Resultados

Durante los 5 años de recuentos de plántulas, los resultados de la emergencia acumulada se agruparon en dos momentos del año, 1 de diciembre y 1 de junio, para reflejar la emergencia otoñal y primaveral, respectivamente (Figura 1). A la finalización del ensayo se observó que, sin diferenciar tratamientos, los porcentajes de emergencia otoñal y primaveral fueron similares, con valores medios anuales del 4,76 y 4,94%, respectivamente (Tabla 1).

A los 4 meses de la siembra habían emergido plántulas procedentes de semillas sometidas a escarificación con calor seco, pero no plántulas procedentes de semillas control. En esta fecha, la mayor emergencia (7%) se registró con semillas de la planta 7 que habían sido expuestas a $120^\circ\text{C}/5 \text{ min}$ (Figura 1). En el conteo efectuado 6 meses después (01-06-14), tras un otoño y primavera post-siembra, la emergencia de plántulas aumentó considerablemente en todas las cohortes de semillas evaluadas, alcanzando los valores más altos los lotes de semillas expuestas a escarificación con calor seco antes de su siembra. Durante los 2 años siguientes se produjo la mayor emergencia de plántulas registrada en el estudio. En este periodo el mayor incremento relativo correspondió a las semillas control, alcanzando el 30,1%, sin llegar a alcanzar no obstante los valores correspondientes a las semillas tratadas (Tabla 1).

A partir de esta fecha, el tratamiento de $90^\circ\text{C}/10 \text{ min}$ presentó mayores porcentajes de emergencia que el de $120^\circ\text{C}/5\text{min}$. Al final del periodo evaluado (diciembre de 2018, 5 años después de la siembra) el mayor porcentaje de emergencia se logró con el tratamiento de $90^\circ\text{C}/10 \text{ min}$, mientras que entre los tratamientos control y $120^\circ\text{C}/5 \text{ min}$ no se detectaron diferencias significativas ($F_{2,87}=5,42$; $p=0,006$; Tabla 1). Pese a este efecto promotor de la emergencia del tratamiento de $90^\circ\text{C}/10 \text{ min}$, las diferencias encontradas entre los tres tratamientos se pueden

calificar de pequeñas, pudiéndose considerar como más relevante la aceleración en la emergencia de plántulas durante los primeros años como consecuencia de las escarificaciones mediante calor seco. A los 5 años de la siembra un porcentaje considerable de semillas no emergidas conservaron su viabilidad, concretamente entre el 17,5 y el 23,4%, según tratamiento (Tabla 1).

En lo que respecta a la variabilidad intrapoblacional en la emergencia de plántulas, ésta fue notable entre las diferentes cohortes de semillas (Figura 1). En las cohortes procedentes de las plantas 1, 3 y 9, los mayores porcentajes de emergencia se obtuvieron con semillas expuestas a 90°C/10 min, en las cohortes procedentes de las plantas 7 y 8, los mayores porcentajes de emergencia se alcanzaron con semillas expuestas a 120°C/5 min, y en la cohorte de la planta 6 fueron las semillas control las que arrojaron el mayor porcentaje de emergencia. En las cohortes de semillas procedentes de las plantas 4, 5 y 10 los porcentajes de emergencia fueron similares con todos los tratamientos y en la cohorte de la planta 2 fueron parecidos con semillas control y con semillas expuestas a 90°C/ 10 min.

Se detectó también una gran variabilidad intrapoblacional en los porcentajes finales de emergencia de plántulas para un mismo tratamiento entre las diferentes cohortes de semillas. Así, con semillas control estos valores oscilaron entre el 26,0% (planta 8) y el 67,7% (planta 7), con el tratamiento 90°C/10 min entre el 45,7% (planta 6) y el 78,3% (planta 9), y con semillas expuestas a 120°C/5 min, entre el 26,3% (planta 1) y el 82,7% (planta 7).

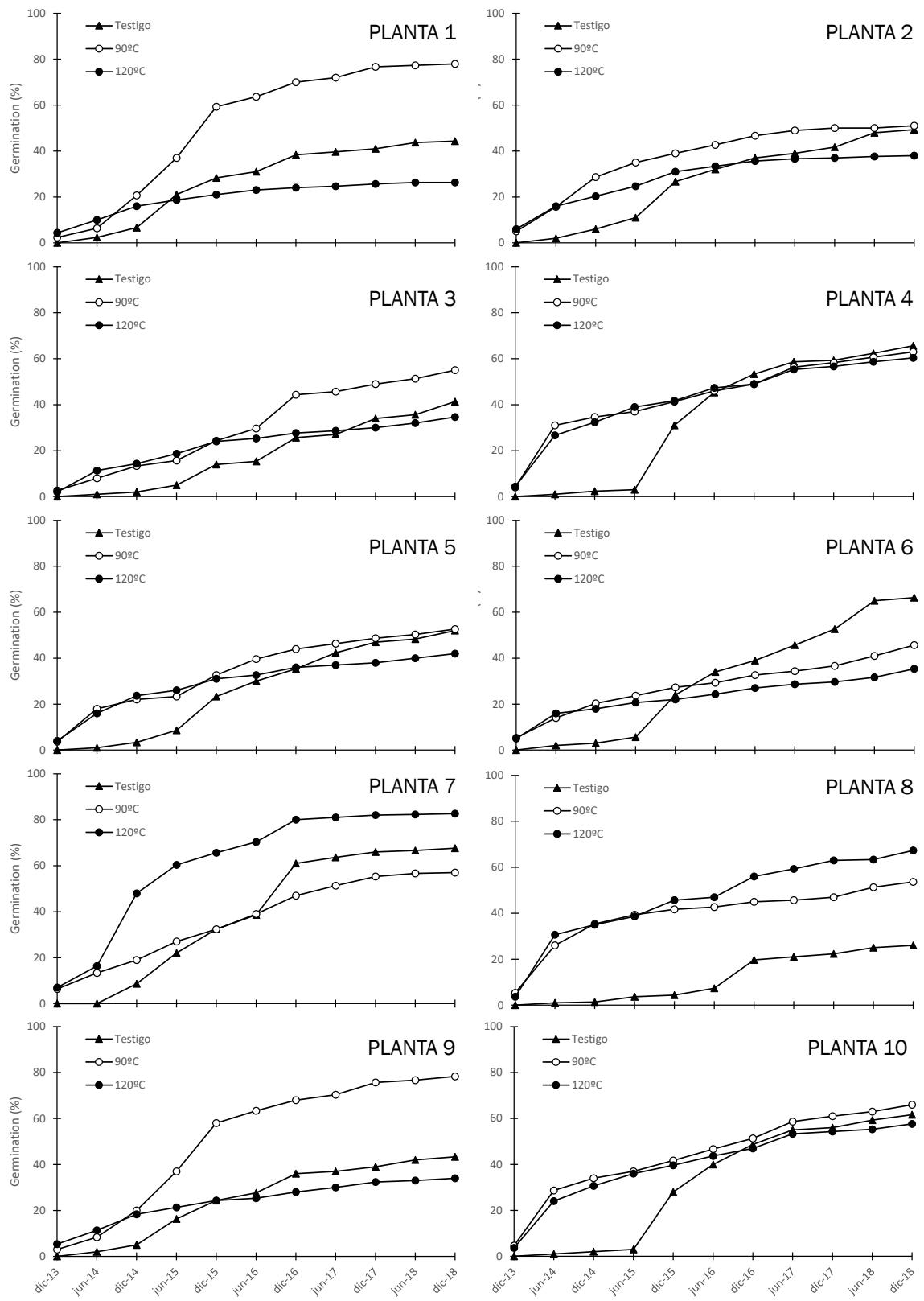


Figura 1. Emergencia acumulada de plántulas de *Adenocarpus argyrophyllus* durante 5 años a partir de cohortes de semillas procedentes de 10 plantas. Previamente a la siembra, las semillas fueron sometidas a tres tratamientos distintos: control, 90°C durante 10 minutos y 120°C durante 5 minutos.

Tabla 1. Valores medios y errores estándar (E.S.) de los porcentajes de emergencia obtenidos a partir de las 10 cohortes de semillas de *Adenocarpus argyrophyllus* estudiadas. Se muestran los valores acumulados en cada uno de los recuentos realizados. Las dos últimas columnas indican los porcentajes de semillas no emergidas, diferenciando entre viables e inviables. Para cada fecha de recuento, valores de emergencia acumulada con letras distintas denotan diferencias significativas.

Tratamiento	Semillas emergidas (%)												Semillas no emergidas (%)	
	dic-13	jun-14	dic-14	jun-15	dic-15	jun-16	dic-16	jun-17	dic-17	jun-18	dic-18	Viables	Inviables	
Control	Media	0.0 ^a	1.3 ^a	4.0 ^a	9.9 ^a	23.6 ^a	30.1 ^a	39.4 ^a	42.9 ^a	45.9 ^a	49.6 ^a	51.8 ^a	21.8 ^{ab}	26.4 ^b
	E.S.	0.0	0.2	0.8	2.3	2.7	3.6	3.9	4.3	4.1	4.3	4.3	2.9	1.9
90°C/ 10min	Media	4.2 ^b	16.9 ^b	24.8 ^b	31.2 ^b	39.8 ^b	44.3 ^c	49.8 ^b	53.0 ^b	55.8 ^b	57.8 ^b	60.0 ^b	17.5 ^a	22.4 ^a
	E.S.	0.4	2.8	2.5	2.6	3.7	3.7	3.6	3.7	4.0	3.7	3.5	2.3	1.5
120°C/ 5min	Media	4.5 ^b	17.8 ^b	25.7 ^b	30.4 ^b	34.6 ^b	37.2 ^b	41.0 ^a	43.5 ^a	44.9 ^a	46.0 ^a	47.8 ^a	23.4 ^b	28.8 ^b
	E.S.	0.4	2.2	3.4	4.2	4.4	4.7	5.5	5.7	5.8	5.7	5.7	3.2	2.9

5. Discusión

Este estudio pone de manifiesto que en las semillas recién dispersadas que han sido expuestas a un choque térmico y permanecen enterradas en el suelo, cuando ha transcurrido cierto tiempo (≥ 8 meses), suele ser estimulada la emergencia de plántulas en comparación con las semillas control (Figura 1). Estos resultados sugieren que durante los tratamientos térmicos las semillas podrían experimentar una debilitación de alguna zona de su cubierta, lo que facilitaría su fractura o degradación por factores ambientales, como se ha comprobado en otras especies (CHRISTENSEN & KLIMBER, 1975). También se sabe que el calor húmedo (incubación bajo condiciones de humedad y temperatura cálida entre 25 y 40°C) actúa como un importante mecanismo, aunque lento, de superación de la latencia física, como se comprobó con semillas enterradas a 2 cm de la leguminosa arbórea *Parkinsonia aculeata* L. (VAN KLINKEN et al., 2008). En el umbráculo utilizado para este estudio, la temperatura media de las máximas durante los meses de julio y agosto osciló entre 32-33°C, por lo que el calor húmedo ha podido tener influencia en la superación de la latencia y contribuir a la abundante emergencia de plántulas registrada en otoño.

Un porcentaje considerable de semillas rescatadas 5 años después de su siembra eran todavía viables (22% de semillas control, 18% de semillas expuestas a 90°C/10 min y 23% de semillas expuestas a 120°C/5 min), lo que apunta a la capacidad de esta especie para formar bancos edáficos de semillas de carácter persistente, que sería además de larga duración al tener una longevidad ≥ 5 años (BAKKER et al., 1996).

Los bancos edáficos de semillas persistentes son importantes para asegurar la viabilidad de las poblaciones, particularmente en ecosistemas sujetos a régimenes de perturbaciones periódicas o aleatorias, bajo condiciones ambientales duras (FENNER & THOMPSON, 2005), como ocurre en gran parte de la región mediterránea de la península Ibérica, con pronunciada continentalidad, períodos de sequía y frecuencia de incendios forestales (FERRANDIS et al., 1999). En estas regiones propensas a incendios, la exposición continuada al fuego ha seleccionado adaptaciones que permiten a las plantas persistir, entre ellas la dureza de sus semillas que proporciona protección al embrión y una germinación inducida por el calor, favoreciéndose la formación de bancos edáficos de semillas persistentes (WHELAN, 1986; THANOS et al., 1992). Análisis recientes de viabilidad poblacional han comprobado el importante papel de los bancos edáficos de semillas para la persistencia a largo plazo de poblaciones de especies perennes, como por ejemplo *Helianthemum*

polygonoides Peinado, Mart. Parras Alcaraz & Espuelas, una especie leñosa del sureste de España en peligro crítico cuyas semillas también presentan latencia física (MARTÍNEZ-DURO et al., 2010).

La respuesta de las diferentes cohortes de semillas a la escarificación con calor seco presentó una gran variabilidad intrapoblacional, con algunas cohortes en las que la mayor emergencia de plántulas fue estimulada tras 90°C/10 min, otras tras 120°C/5 min, e incluso una cohorte (planta 6) en la que la mayor emergencia tuvo lugar con las semillas control. Se sabe que durante los incendios forestales las temperaturas alcanzadas en el suelo no son uniformes ni en el espacio ni en el tiempo, debido al microrelieve del suelo, la presencia de grandes piedras y afloramientos rocosos, y la desigual distribución tanto de la biomasa acumulada en él como la correspondiente a las plantas en pie (TRABAUD & OUSTRIC, 1989). Por tanto, el rango de temperaturas registradas durante los incendios forestales en los horizontes edáficos puede variar ampliamente de unos puntos a otros (TÁRREGA et al., 1992). Cuando se produce un incendio, la presencia de semillas procedentes de diferentes plantas con distintas respuestas a un estímulo térmico, facilita que siempre haya un relativamente elevado número de semillas con cubiertas duras que hayan superado su latencia física, con independencia de la intensidad y la duración del fuego (THANOS & GEORGHIOU, 1988). De esta forma, la variabilidad intrapoblacional detectada en el presente estudio tiene gran valor adaptativo.

El modelo germinativo y de emergencia de plántulas detectado en este estudio para *Adenocarpus argyrophyllus*, podría estar presente también en otras leguminosas leñosas mediterráneas como *Teline patens* (DC.) Talavera & P.E. Gibbs, cuyas semillas tienen escasa estimulación de la germinación a corto plazo por choque térmico, por lo que se requerirían estudios a más largo plazo con objeto de evaluar el verdadero efecto de esta escarificación térmica en el reclutamiento de plántulas.

6. Conclusiones

La variabilidad intrapoblacional detectada en la respuesta a los tratamientos térmicos pre-siembra aplicados a semillas de *Adenocarpus argyrophyllus*, podría tener valor adaptativo para facilitar su regeneración post-incendio ya que, independientemente de la temperatura alcanzada en un punto concreto de la superficie forestal recorrida por el fuego, siempre habrá en dicho punto semillas de la especie cuya germinación sea estimulada por dicha temperatura.

7. Bibliografía

- AULD, T.D.; O'CONNELL, M.A.; 1991. Predicting patterns of postfire germination in 35 eastern Australian Fabaceae. *Aust J Ecol* 16 53 – 70.
- BAKKER, J.P.; POSCHLOD, P.; STRYKSTRA, R.I.; BEKKER, R.M.; THOMPSON, K.; 1996. Seed banks and seed dispersal: Important topics in restoration ecology. *Acta Bot Neerl* 45 461 – 490.
- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M.; 2014. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. 2^a Ed. 1600. Academic Press. San Diego, USA.
- CASTROVIEJO, S.; 1999. *Adenocarpus* DC. En: TALAVERA, S.; AEDO, C.; CASTROVIEJO, S.; ROMERO, C.; SÁEZ, L.; SALGUEIRO, F.J.; VELAYOS, M. (eds.): *Flora Iberica* Vol. VII(I). 189 – 205. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.

CHRISTENSEN, N.L.; KLIMBER, P.C.; 1975. Effects of prescribed burning on the flora and fauna of south-west Australian forests. *Proc Ecol Soc Austr* 9 85 – 106.

D.O.C.M.; 1998. Decreto 33/1998, de 5 de mayo, por el que se crea el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Castilla-La Mancha. *DOCM* 22 3391 – 3398.

FENNER, M.; THOMPSON, K.; 2005. The ecology of seeds. Cambridge University Press. 250 Cambridge.

FERRANDIS, P.; HERRANZ, J.M.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.J.; 1999. Fire impact on a maquis soil seed bank in Cabañeros National Park (Central Spain). *Isr J Plant Sci* 47 17 – 26.

HERRANZ, J.M.; FERRANDIS, P.; COPETE, M.A.; 2003a. Influence of light and temperature on seed germination and ability of the endangered plant species *Sisymbrium cavanillesianum* to form persistent soil seed banks. *Écoscience* 10(4) 532 – 541.

HERRANZ, J.M.; FERRANDIS, P.; COPETE, M.A.; 2003b. Influence of temperature, maternal source, and seed position in fruit on seed germination and ability to form soil seed banks in threatened species of *Coincya* (*Cruciferae*). *Isr J Plant Sci* 51 133 – 141.

HERRANZ, J.M.; FERRANDIS, P.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.J.; 1998. Influence of head on seed germination of seven Mediterranean *Leguminosae* species. *Plant Ecol* 136 95 – 103.

KEELEY, J.E.; 1987. Role of fire in seed germination of woody taxa in California chaparral. *Ecology* 68(2) 434 – 443.

MARTÍNEZ-DURO, E.; FERRANDIS, P.; HERRANZ, J.M.; COPETE, M.A.; 2010. Do seed harvesting ants threaten the viability of a critically endangered non-myrmecochorous perennial plant population? A complex interaction. *Popul Ecol* 52 397 – 405.

TÁRREGA, R.; CALVO, L.; TRABAUD, L.; 1992. Effect of high temperatures on seed germination of two woody *Leguminosae*. *Vegetatio* 102 139 – 147.

THANOS, C.A.; GEORGHIOU, K.; 1988. Ecophysiology of fire-stimulated seed germination in *Cistus incanus* subsp. *creticus* (L.) Heywood and *C. salvifolius* L. *Plant Cell Environ* 11 841 – 849.

THANOS, C.A.; GEORGHIOU, K.; KADIS, C.; PANTAZI, C.; 1992. *Cistaceae*: a plant family with hard seeds. *Isr J Bot* 41 251 – 263.

THANOS, C.A.; MARCOU, S.; COOSTODOULAKIS, D.; YANNITSAROS, Á.; 1989. Early post-fire regeneration in *Pinus brutia* forest ecosystems of Samos Island Greece. *Acta Oecol, Oecol Plant* 10 79 – 94.

TRABAUD, L.; OUSTRIC, J.; 1989. Heat requirements for seed germination of three *Cistus* species in the garrigue of southern France. *Flora* 183 321 – 325.

TROUMBIS, A.; TRABAUD, L.; 1986. Comparison of reproductive biological attributes of two *Cistus* species. *Acta Oecol, Oecol Plant* 7 235 – 250.

VAN KLINKEN, R.D.; LUKITSCH, B.; COOK, C.; 2008. Interaction between seed dormancy-release mechanism, environment and seed bank strategy for a widely distributed perennial legume, *Parkinsonia aculeata* (Caesalpinaeae). *Ann Bot* 102 255 – 264.

WHELAN, R.J.; 1986. Seed dispersal in relation to fire. En: MURRAY, D. (ed.): *Seed dispersal*. 237 – 271. Academic Press. San Diego, USA.