

Factores en la Germinación de Dos Especies Anuales Forrajeras de la Región Semiárida Argentina¹

D.E. Fresnillo F.* , O.A. Fernández**, C.A. Busso**

ABSTRACT

The effects of temperature and hard seed coats on the germination of woolly burr medic (*Medicago minima* (L.) Grubb. var. *minima*) and filaree (*Erodium cicutarium* (L.) L'Herit) were studied under laboratory conditions. Seed dormancy was not interrupted by several constant or alternating temperatures in both species. Germination in both species, however, was stimulated by mechanical or chemical scarification. Boiling water during 2 min stimulated germination (50%) in woolly burr medic, but not in filaree. Germination was increased 64% and 62% by light scarification with sandpaper, and also after exposure to sulfuric acid during 5 min (76% and 72%), 10 min (80% and 79%) or 15 min (87% and 84%) in woolly burr medic and filaree, respectively. Seed dormancy is very likely an important adaptive strategy in both species that allows them to survive as seeds during unfavorable environmental conditions.

Palabras claves: *Medicago minima*, *Erodium cicutarium*, trébol de carretilla, alfilerillo, germinación.

RESUMEN

Los efectos de la temperatura y la presencia de cubiertas duras se estudiaron sobre la germinación del trébol de carretilla (*Medicago minima* (L.) Grubb. var. *minima*) y del alfilerillo (*Erodium cicutarium* (L.) L'Herit) en condiciones de laboratorio. Las semillas de estas especies anuales presentaron latencia que no fue interrumpida por los efectos de varias temperaturas alternas o constantes. Sin embargo, la germinación en ambas especies fue estimulada por escarificaciones físicas o químicas. El agua en ebullición durante 2 min estimuló la germinación en el trébol de carretilla (50%), pero no en el alfilerillo. La germinación se incrementó significativamente en 64% y 62% por escarificaciones leves con lija y por exposición al ácido sulfúrico concentrado durante 5 min (76% y 72%), 10 min (80% y 79%) ó 15 min (87% y 84%) en el trébol de carretilla y en el alfilerillo, respectivamente. La latencia de las semillas probablemente constituye una estrategia de adaptación importante en ambas especies, que les permite sobrevivir en condiciones ambientales desfavorables.

INTRODUCCIÓN

El trébol de carretilla (*M. minima* (L.) Grubb. var. *minima*) y el alfilerillo (*E. cicutarium* (L.) L'Herit) son dos especies anuales originarias de Europa, naturalizadas en el distrito fitogeográfico del Caldén, una zona con aproximadamente 10 millones de hectáreas, situada en la región semiárida templada de Argentina. Estas especies constituyen un importante recurso forrajero para los sistemas extensivos de producción bovina, característicos de la región. El trébol de carretilla y el alfilerillo inician su ciclo en otoño y llegan a producir hasta 80% de la biomasa aérea del estrato herbáceo a principios de la primavera (Fresnillo

et al. 1991). Además, durante la estación de crecimiento, cubren casi totalmente el suelo desnudo en áreas sobre-pastoreadas o de erosión incipiente, que abarcan la mayor parte de la región. Estas especies se observan también en asociación con las gramíneas nativas del lugar en áreas de buena cobertura vegetal (Fresnillo *et al.* 1991).

Las semillas son la única forma de reproducción de las especies de ciclo anual y, por lo tanto, es mediante ellas que el trébol de carretilla y el alfilerillo aseguran su permanencia en el distrito del Caldén. Probablemente son el único mecanismo por el cual sobreviven las plantas de regiones áridas y semiáridas en condiciones climáticas adversas (Maxwell 1986; Went 1979). El estudio de factores que afectan la germinación provee información sobre la ecofisiología de las semillas y ayuda a interpretar los mecanismos de supervivencia de las especies en distintos ambientes (Maxwell *et al.* 1986; Potter *et al.* 1984). Esta información también puede ser útil para la toma de decisiones en el manejo y aprovechamiento conservacionista de los sistemas naturales (Went 1949, 1979).

¹ Recibido para publicar el 10 de marzo de 1993.

* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Campo Experimental Zacatecas, Apartado Postal 18, 98500 Calera de V.R., Zacatecas, Méx.

** Departamento de Agronomía y Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida, Universidad Nacional del Sur, 8000 - Bahía Blanca, Arg.

La temperatura (Baskin y Baskin 1989; Mayer y Poljakoff-Maybe 1982) y la presencia de cubiertas duras (Lodge y Greenup 1980; Young *et al.* 1975) son dos factores que afectarían directamente el proceso de germinación en algunas especies. La influencia de estos factores en la germinación del trébol de carretilla y del alfilerillo no se ha cuantificado todavía. Precisamente, el objetivo de este trabajo fue determinar los efectos de la temperatura y la presencia de cubiertas duras en la germinación del trébol de carretilla y del alfilerillo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las pruebas de germinación fueron conducidos en condiciones de laboratorio durante 1988 y 1989. Semillas maduras recientes de ambas especies se cosecharon en un área representativa del distrito del Caldén, en el sudeste de la provincia de La Pampa (38° 45 min S y 63° 45 min O). En el sitio de estudio, la temperatura media anual fue de 15.3°C, y las temperaturas medias del mes más frío (junio) y del más cálido (enero), de 7.4°C y 23.6°C, respectivamente. La temperatura mínima absoluta puede ser inferior a -12°C y la máxima absoluta superior a 42° centígrados. La precipitación anual promedio oscila en 400 mm, concentrada principalmente en otoño y primavera. El déficit de precipitación es de aproximadamente 400 mm por año.

Después de un período de almacenamiento de sesenta días, en bolsas de papel y en laboratorio, las semillas de ambas especies fueron colocadas en cajas de polipropileno de 4 cm x 4 cm y 2 cm de altura para su incubación. En cada caja, se colocó una delgada capa de algodón y sobre ella un papel de filtro. Cincuenta semillas, desinfectadas durante un minuto con hipoclorito de sodio al 1%, se colocaron en cada caja y se les agregó agua destilada en cantidad suficiente. Se utilizaron cinco repeticiones por tratamiento, distribuidas al azar dentro de las cámaras de germinación. La luz se suministró mediante un panel de luces fluorescentes con el agregado de lámparas incandescentes de 40 vatios. Las lecturas se efectuaron cada cuatro días durante un período de 28 días después de iniciada la incubación. Se consideró que las semillas habían germinado cuando la raíz llegó a medir dos milímetros.

Los datos fueron analizados mediante análisis de variancia, usando un diseño al azar y pruebas de comparaciones múltiples de Duncan (Steel y Forrie 1980). En los análisis estadísticos, se utilizó la transformación arcoseno de la raíz cuadrada del porcentaje de germinación.

Efectos de la temperatura

Se investigaron los efectos de distintas temperaturas alternas o continuas sobre la germinación de semillas no escarificadas en ambas especies. Las temperaturas alternas aplicadas fueron 30°C/10°C, 25°C/10°C, 20°C/10°C, 30°C/15°C, 25°C/15°C y 20°C/15°C (10 h máxima/ 14 h mínima), y se suministró un fotoperíodo coincidente con la mayor temperatura. Las alternancias de las temperaturas fueron similares a las que ocurren en el campo en la superficie del suelo durante el período de germinación de las especies estudiadas. Se hicieron también ensayos con temperaturas continuas a 10°C, 20°C, y 30°C, con idéntico fotoperíodo.

Efectos de la escarificación física o química

La germinación fue evaluada luego de exponer las semillas de ambas especies a los siguientes pretratamientos físicos o químicos: refrigeración a 4°C durante 72 h; agua a 100°C de 1 min a 3 min, con intervalos de 30 s; aire seco a 100°C durante 1 h; ácido sulfúrico concentrado durante 15 s, 30 s, 45 s ó 60 s y 5 min, 10 min ó 15 min; escarificación manual con papel de lija de grano fino, que se consideró leve con 50 pasadas de lija y severa con cien. En el alfilerillo, se evaluaron además otros tratamientos: lavado a chorro de agua durante 30 min y 1 h, 2 h, 4 h, 8 h, 16 h, 24 h, 32 h y 48 h; éter de petróleo durante 30 min y diseminulos sin arista. Semillas intactas de ambas especies, que no fueron expuestas a los pretratamientos mencionados, sirvieron de controles.

La germinación fue estudiada utilizando una alternancia de temperaturas de 20°C/10°C (día/noche), con un fotoperíodo de 10 h, el cual coincidió con la mayor temperatura. Pruebas preliminares con semillas escarificadas mostraron que estas condiciones favorecieron la germinación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos de la temperatura

Las temperaturas alternas o constantes entre 10°C y 30°C no estimularon la germinación en el trébol de carretilla ni en el alfilerillo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Temperaturas y porcentajes de germinación de semillas de *M. minima* (Mm) y *E. cicutarium* (Ec) a los 28 días de incubación con un fotoperíodo de 10 h en la temperatura máxima.

Temperaturas (°C)	Germinación (%)	
	Mm	Ec
Alternas		
30/10	0.8 a	0.4 a
25/10	0.4 a	0.0 a
20/10	1.2 a	0.8 a
30/15	0.0 a	0.4 a
25/15	0.4 a	0.0 a
20/15	0.8 a	0.8 a
Constantes		
30/30	0.4 a	0.4 a
20/20	0.8 a	0.8 a
10/10	0.8 a	0.4 a

Letras iguales indican igualdad estadística dentro de cada especie; Duncan ($P \leq 0.05$). Cada valor es un promedio de $n=5$.

El mayor porcentaje de germinación obtenido fue 1.2% en las condiciones ensayadas. Los resultados alcanzados son similares a los obtenidos en semillas no escarificadas por Raguse *et al.* (1977) en *Trifolium hirtum* y por Young *et al.* (1975) en *Erodium botrys*, aunque difieren de los encontrados en otras especies de zonas áridas (Baskin *et al.* 1988; Baskin y Baskin 1989; Covell *et al.* 1986; Young *et al.* 1975).

Efectos de la escarificación física o química

La escarificación con ácido sulfúrico concentrado durante cinco o más minutos fue el pretratamiento que produjo mayor aumento ($P < 0.05$) en el porcentaje de germinación de ambas especies (Cuadro 2). La escarificación manual con agua en ebullición o aire seco a 100°C en el trébol de carretilla y con papel de lija en el alfilerillo, también, produjeron aumentos significativos ($P < 0.05$) en el porcentaje de germinación con respecto a los controles (Cuadro 2). La escarificación de las cubiertas de la semilla mediante agua en ebullición, papel de lija y ácido sulfúrico concentrado también ha interrumpido la latencia de la semilla en otras especies (Butler *et al.* 1982; Echeverría 1983; McIvor y Gardner 1987; Misra y Singh 1981; Phillips 1973; Young *et al.* 1975).

La escarificación severa con papel de lija redujo la germinación en un 58% en comparación con la leve en el trébol de carretilla (Cuadro 2). Resultados similares

Cuadro 2. Pretratamientos y porcentaje de germinación de semillas de *M. minima* (Mm) y *E. cicutarium* (Ec) a los 28 días de incubación a 20/10°C durante 10/14 h (día/noche).

Pretratamiento	Germinación (%)	
	Mm	Ec
Ninguno (control)	1.6 h	0.0 f
Refrigeración a 4°C		
por agua a 100°C	72 h	2.0 h
	60 "	21.7 f
	90 "	34.8 e
	120 "	50.4 d
	150 "	46.1 d
	180 "	42.6 de
Aire seco a 100°C	1 h	19.0 f
Acido sulfúrico concentrado		
	15 "	5.6 gh
	30 "	6.0 g
	45 "	4.4 gh
	1 '	6.0 gh
	5 '	76.2 b
	10 '	80.3 ab
	15 '	86.8 a
Lavado a chorro de agua		
	30 '	—
	1 h	—
	2 h	—
	4 h	—
	8 h	—
	16 h	—
	24 h	—
	32 h	—
	48 h	—
Eter de petróleo	30 '	—
Papel de lija		
	leve	64.0 c
	severa	16.0 f
Disemínulo sin arista		—
		2.0 ef

Letras iguales indican igualdad estadística dentro de cada especie; Duncan ($P \leq 0.05$). Cada valor es un promedio de $n = 5$.

obtuvieron Singh y Ratnam (1983) en *Peganum harmala* y se atribuyeron al daño mecánico que la escarificación severa produce en el embrión durante la aplicación del pretratamiento.

La falta de respuesta a los pretratamientos de lavado en el alfilerillo sugiere que la latencia de sus semillas no se asocia a la presencia de sustancias inhibitorias solubles en agua, que podrían encontrarse en las cubiertas; este hecho se ha observado en otras especies (Koller *et al.* 1962).

En el campo, la escarificación en el trébol de carretilla se debe producir cuando las semillas se hallan dentro de la vaina, pues se pudo determinar que en condiciones naturales sus semillas germinaron general-

mente dentro del fruto. La semilla del alfilerillo, en cambio, quedó en contacto directo con el suelo después de efectuarse el enterramiento del carpelo por acción de su arista higroscópica (Stamp 1984, 1989). La escarificación en condiciones naturales puede ocurrir debido a ciclos de congelamiento y descongelamiento que abren el camino a hongos y a otros microorganismos que dañan los frutos liberando las semillas, o que solamente producen un deterioro físico del fruto (Mayer y Poljakoff-Mayber 1982; Speer y Wright 1981). También, las grandes oscilaciones térmicas estacionales y diarias en la superficie del suelo en el sitio del cual provienen las especies estudiadas. Estas oscilaciones posibilitan un daño en la cubierta de las semillas, lo que permitiría el acceso de agua al embrión (Hadley 1961; Went *et al.* 1952). Las amplitudes diarias de la temperatura en la superficie del suelo (1 cm - 3 cm) se midieron y podrían superar los 25°C durante los meses más cálidos (Distel *et al.* 1992).

La acumulación de material vegetal muerto influiría negativamente en el ablandamiento de las cubiertas duras en especies de leguminosas (Quinlivan 1965). Este efecto probablemente no es de gran importancia en el trébol de carretilla y en el alfilerillo en el distrito de Caldén, ya que estas especies predominan en áreas de baja cobertura de gramíneas perennes y de baja disponibilidad de mantillo remanente.

CONCLUSIONES

Este estudio demostró que la latencia de las semillas del trébol de carretilla y del alfilerillo no fue interrumpida por el efecto de temperaturas alternas o continuas. No obstante, la germinación en ambas especies fue estimulada cuando las semillas fueron escarificadas por métodos físicos o químicos. La escarificación de las semillas de ambas especies en el sitio de estudio puede ocurrir por ciclos de congelamiento y descongelamiento durante el otoño, en que se produce la emergencia de las plántulas y la temperatura del aire puede ser inferior a 0°C por las grandes oscilaciones térmicas diarias y estacionales registradas en la superficie del suelo.

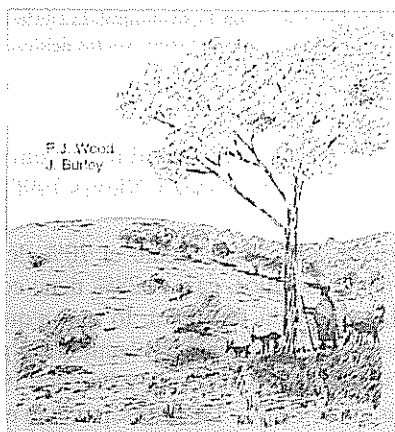
La necesidad de la escarificación de las semillas para promover su germinación puede constituir una importante estrategia adaptativa de estas especies, que les permite sobrevivir en condiciones ambientales desfavorables mientras que la escarificación no se completa.

LITERATURA CITADA

- BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C.; MCCANN, M.T. 1988 A contribution to the germination ecology of *Floerkea proserpinacoides* (Limnanthaceae). *Botanical Gazette* 149:427-431
- BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. 1989 Ecophysiology of seed germination and flowering in *Liatris squarrosa*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 116:45-51
- BUTLER, J.E.; LOW, H.M.; ROMANO, I. 1982. Effect of dehulling on seed quality of *Stylosanthes scabra* cv. *seca*. *Australian Seed Science Newsletter* 8:11-16
- COVELL, S.; ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H.; SUMMERFIELD, R.J. 1986 The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. *Journal of Experimental Botany* 37:705-715
- DISTEL, R.A.; PELAEZ, D.V.; FERNANDEZ, O.A. 1992. Germination of *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Hackel and *Stipa tenuis* Phil. and seedling survival under field conditions. *Rangeland Journal* 14:49-55.
- ECHEVERRIA, I. 1983. Semillas "duras" en *Trifolium repens*. Pergamino, Arg., EERA-INTA. Información General no. 133
- FRESNILLO F., D.E.; FERNANDEZ, O.A.; BUSO, C.A. 1991 Forage production of the annual legume *Medicago minima* in semiarid rangelands of Central Argentina. In *Grazing: A challenge for development and environment*. In International Rangeland Congress (4, Montpellier, France) Proceedings p. 372-374
- GOUVEA, L.L. 1983 A germinação das sementes. OEA Serie de Biología. Monografía no. 24
- HADLEY, E.B. 1961 Influence of temperature and other factors on *Ceanothus megacarpus* seed germination. *Madrono* 16:132-138
- KOLLER, D.; MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A.; KLEIN, S. 1962 Seed germination. *Annual Review of Plant Physiology* 13:437-464.
- LODGE, G.M.; GREENUP, L.R. 1980 Seedling survival, yield and seed production of three species of annual medics exposed to lucerne aphids. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 20:457-462.
- MAXWELL, C.D.; JACOB, N.; BOLLARD, S.; LOVELL, P. 1986 Factors affecting establishment and survival of *Soliva* (onehunga weed) at Auckland, New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 24:79-87
- MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. 1982 The germination of seeds. New York, Pergamon Press.
- MCIVOR, J.G.; GARDENER, G.J. 1987 Effect of boiling water treatment on seed hardness and germination in some *Stylosantes* species. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 27:857-862
- MISRA, C.M.; SINGH, S.L. 1981. Seed germination studies on three predominant tree species of southern Uttar Pradesh. *Annals of Arid Zones* 20:193-198

- PHILLIPS, R.H. 1973. Methods of increasing the germination percentage of some tropical legumes. *Tropical Agriculture (Tri)* 50:291-296
- POTTER, R.L.; PETTERSEN, J.L.; UECKERT, D.N. 1984. Germination responses of *Opuntia* spp. to temperature, scarification, and other seed treatments. *Weed Science* 32:106-110
- QUINLIVAN, B.J. 1965. The influence of the growing season and the following dry season on the hardseedness of subterranean clover in different environments. *Australian Journal of Agricultural Research* 16:277-291
- RAGUSE, C.A.; YOUNG, J.A.; EVANS, R.A. 1977. Germination of California annual range plants in response to a summer rain. *Agronomy Journal* 69:327-329
- SINGH, D.; RATNAM, B.V. 1983. Seed germination and reproductive capacity of *Peganum harmala* Linn. *Annals of Arid Zone* 22:51-52
- SPEER, E.R.; WRIGHT, H.A. 1981. Germination requirement of lotebush (*Ziziphus obtusifolia* var. *obtusifolia*). *Journal of Range Management* 34:365-368
- STAMP, N.E. 1984. Self-burial behavior of *Erodium cicutarium* seeds. *Journal of Ecology* 72:611-620
- STAMP, N.E. 1989. Efficacy of explosive vs hygroscopic seed dispersal by an annual grassland species. *American Journal of Botany* 76:555-561
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, R.A. 1980. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill.
- WENT, F.W. 1949. Ecology of desert plants. II. The effect of rain and temperature on germination and growth. *Ecology* 30:1-13
- WENT, F.W.; JUHREN, G.; JUHREN, M.C. 1952. Fire and biotic factors affecting germination. *Ecology* 33:351-364
- WENT, F.W. 1979. Germination and seedling behavior of desert plants. In *Arid-land ecosystems: Structure, functioning and management*. R.A. Perry, D.W. Goodall (Eds.). Cambridge University Press. p. 477-489.
- YOUNG, J.A.; EVANS, R.A.; BURGESS, L.K. 1973. Temperature requirements for seed germination in an annual-type rangeland community. *Agronomy Journal* 65:656-659.
- YOUNG, J.A.; EVANS, R.A.; KAY, B.L. 1975. Dispersal and germination dynamics of broadleaf filaree, *Erodium botrys* (Cav.) Bertol. *Agronomy Journal* 67:54-57

LIBRO RECOMENDADO



US\$12.00

Un Arbol para Todo Propósito: Introducción y Evaluación de Árboles de Uso Múltiple. P.J. Wood, J. Burley 1995. 200 p. ICRAF/IICA (ISBN 92 9039-255-X).

Guía en la introducción y evaluación de especies leñosas perennes en agroforestería. En ese contexto, *introducción* significa llevar una especie a un ambiente en que no es bien conocida o en que no se ha establecido, y *evaluación* se refiere al proceso de determinar la conveniencia de usar una especie particular en un sistema agroforestal. Se proveen los principios básicos para la evaluación de árboles de uso múltiple y se presenta una secuencia cronológica de las fases de la investigación de los mismos; asimismo se dan pautas para la preparación de diseños experimentales simples y efectivos y recomendaciones sobre procedimientos simples de evaluación.

Ver lista de publicaciones disponibles para la venta y boleta de solicitud en la última sección de la revista Turrialba