

DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DE GERMINACIÓN Y EL EFECTO DE PRETRATAMIENTOS EN SEMILLAS DE *CUPHEA GLUTINOSA* (LYTHRACEAE)

FRANCISCO J. CARDINALI^{1,2}, MARIO A. THEVENON^{1,3}, MÓNICA L. MURCIA² y
MARÍA E. DI SANTO¹

Summary: Determination of germination conditions and the effect of pretreatments in *Cuphea glutinosa* seeds (Lythraceae). *Cuphea glutinosa* shows a high agronomic and agroindustrial potential. Germination conditions for this species are unknown. The objective of the work is to determine germination conditions, their impairments and the treatments to overcome them. There were utilized healthy seeds, complete and quite filled, gathered from a population of Sierra de los Padres, Buenos Aires province, Argentina. There were applied the following treatments, in six repetitions of 50 seeds, in a completely randomized design: blank, scarified, gibberellic acid, darkness, potassium nitrate, stratification and temperature alternation. The germination conditions after the pre-treatments were 24 °C (+/-1) under light, 100 µE.m².sec⁻¹. The counts of emerged rootlets were performed at 6 and 12 days, except for the treatment with darkness, in which they were performed at 12 and 18 days. The effect of the treatments was evaluated by ANOVA and Tuckey tests (p = 0,05). The population showed 50 % of germination; positive response to light, to stratification, and to potassium nitrate. There was no effect with scarification neither with temperature alternation. The gibberellic acid showed a negative effect in the percentage of germination, and affected the carbon partition during the growing of seedlings.

Key words: Dormancy, scarification, stratification, gibberellic acid, potassium nitrate, alternating temperatures, darkness.

Resumen: *Cuphea glutinosa* presenta alto potencial agroindustrial y agronómico. Se desconocen las condiciones de germinación para la especie. El objetivo del trabajo es contribuir a determinar condiciones de germinación, impedimentos para la misma y tratamientos para superarlos. Se utilizaron semillas sanas, enteras y llenas, recolectadas de una población de Sierra de los Padres, provincia de Buenos Aires, Argentina. Se aplicaron los siguientes tratamientos en 6 repeticiones de 50 semillas, bajo un diseño completamente aleatorizado: testigo, escarificado, ácido giberélico, oscuridad, nitrato de potasio, estratificación y alternancia de temperaturas. Las condiciones de germinación después de los pre tratamientos fueron a 24 °C (+/-1) con luz, 100 µE.m².seg⁻¹. Los recuentos de radículas emergidas fueron a los 6 y a los 12 días, excepto en el tratamiento oscuridad en el que fueron a los 12 y a los 18 días. El efecto de los tratamientos se evaluó mediante ANOVA y Tuckey (p = 0,05). La población mostró 50% de germinación; respuesta positiva a la luz, a la estratificación y al nitrato de potasio. No tuvieron efecto el escarificado ni las temperaturas alternas. El ácido giberélico tuvo un efecto negativo en el porcentaje de germinación y afectó la partición de carbono durante el crecimiento de las plántulas.

Palabras clave: Dormición, escarificación, estratificación, ácido gibélico, nitrato de potasio, alternancia de temperaturas, oscuridad.

¹ Lab. Botánica Dpto. Biología. FCEyN – UNMP. Funes 3250 (7600) Mar del Plata. Argentina. cardinal@mdp.edu.ar, thevenon@mdp.edu.ar, mariedisanto@gmail.com

² FCA - UNMP – EEAINTA Balcarce

³ CNAI. UNMdP. Matheu 4051

INTRODUCCIÓN

Cuphea glutinosa Cham. & Schltld. (Lythraceae), conocida vulgarmente como Siete Sangrías, es una especie originaria de América templado cálida. En Argentina se la encuentra habitualmente en la estepa clímax y en la región serrana (Cabrera & Zardini, 1978; Marzocca, 1997), particularmente en las altiplanicies de las sierras pampeanas y subandinas de Córdoba, Catamarca, San Luis, Tucumán, Jujuy y Salta (Ratera & Ratera, 1980).

Esta especie presenta un fruto tipo cápsula, que se abre a lo largo de una hendidura lateral, a través de la cual emergen las semillas. Al igual que todas las Lythraceae, produce un alto número de semillas por planta (Graham, 1989), entre 212 y 609 en una estación de crecimiento (Cardinali *et al.*, 2009), con abundantes reservas de proteínas y en especial de lípidos, constituidos por ácidos grasos de cadena media (C8-C14) (Graham *et al.*, 1981; Hirsinger, 1985). Ellos le aportan potencialmente un alto valor económico, dados sus múltiples usos en la agroindustria (Hirsinger & Knowles, 1984; Thompson, 1984; Hirsinger, 1985). Asimismo en la nutrición, por su alto contenido en ácido láurico, actualmente suministrado casi exclusivamente por el coco y la médula de palmera (Graham, 1989; Knapp, 1993).

Dado el claro potencial agroindustrial de esta especie se vislumbra la posibilidad de su explotación agronómica, lo que pone de relevancia la importancia de los conocimientos para su cultivo. La germinación y los efectos de pretratamientos, como el frío o los activadores usados frecuentemente, como el ácido giberélico y el nitrato de potasio, son aspectos totalmente desconocidos para la especie.

El objetivo del presente trabajo es contribuir a determinar las condiciones más adecuadas para evaluar la germinación en *C. glutinosa*, los factores que constituyen posibles impedimentos para la germinación y los pretratamientos requeridos para superarlos.

MATERIAL Y MÉTODO

El estudio se realizó sobre semillas producidas por una población de *C. glutinosa* de Sierra de los Padres (lat. 37° 56' 45" O, long. 57° 46' 45" S), sistema de Tandilia, Buenos Aires, Argentina. Las plantas fueron identificadas mediante claves

taxonómicas según Cabrera & Zardini (1978). Se recolectaron semillas maduras y enteras, a partir de cápsulas en dehiscencia, durante los meses de febrero y marzo de 2012. Se clasificaron por tamaño, se descartaron las más pequeñas y se seleccionaron aquellas sanas enteras y visiblemente llenas, las que resultaron con un peso de mil semillas de 1,07 gramos (+/- 0,06).

A efecto de determinar la capacidad germinativa de las semillas recolectadas, dado que no hay información específica para *C. glutinosa*, se efectuó la siembra en sustrato papel húmedo (Fig. 1), sugerido para semillas pequeñas, con adecuada humedad y aireación, acorde a la metodología básica de la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas (ISTA, 2008).

Cada uno de los 7 tratamientos contó con 6 repeticiones de 50 semillas, que fueron ubicadas en cajas de Petri plásticas de 9 cm de diámetro con doble papel de filtrado medio. Las cajas se dispusieron siguiendo un diseño completamente aleatorizado en estufa de cultivo a 24 °C (+/-1), con puerta de vidrio transparente que recibía luz del entorno a una intensidad de 100 μ E.m².seg⁻¹. La capacidad germinativa (G) de las semillas se evaluó como porcentaje, efectuando recuentos de radículas emergidas a los 6 y a los 12 días.

A continuación se describen los detalles de cada tratamiento:

- 1) Testigo. Se aplicó el protocolo básico hidratando con 8 ml de agua desmineralizada (Fig. 1).
- 2) Escarificado. Las semillas sufrieron un leve desgaste de sus cubiertas por escarificado suave con lija seca 326U3M, (Fig. 1 y 2). Luego se aplicó el protocolo básico.
- 3) Ácido giberélico (GA₃). Se aplicó el protocolo básico hidratando con 8 ml de una solución acuosa de 60 ppm de GA₃, (Fig. 1).
- 4) Oscuridad. Las cajas fueron sometidas al protocolo básico pero cubiertas completamente con papel de aluminio durante 6 días. Luego de este período se removieron las coberturas posibilitando la llegada de luz a la semilla. Se registró el nivel de germinación a los 12 días y más tarde a los 18 días para uniformar los tiempos del proceso de germinación con exposición a 100 μ E.m².seg⁻¹, (Fig. 1).
- 5) Nitrato de potasio (NO₃K). Se aplicó el protocolo básico hidratando con 8 ml de una solución acuosa de nitrato de potasio al 0,2%.

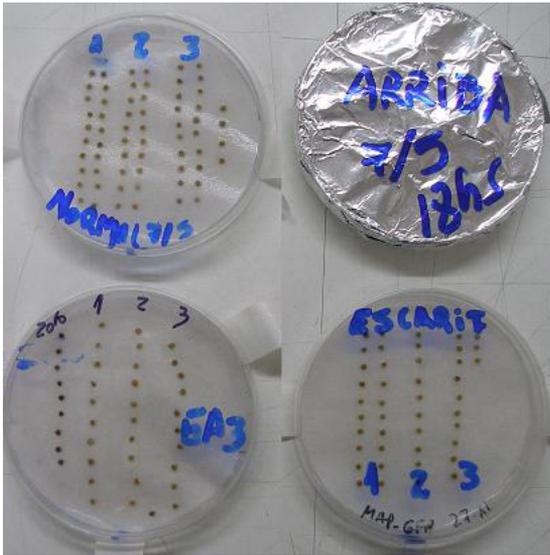


Fig. 1. Modelo experimental de siembra en sustrato papel húmedo mostrando algunos de los tratamientos, acorde a la metodología básica de la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas (ISTA, 2008).

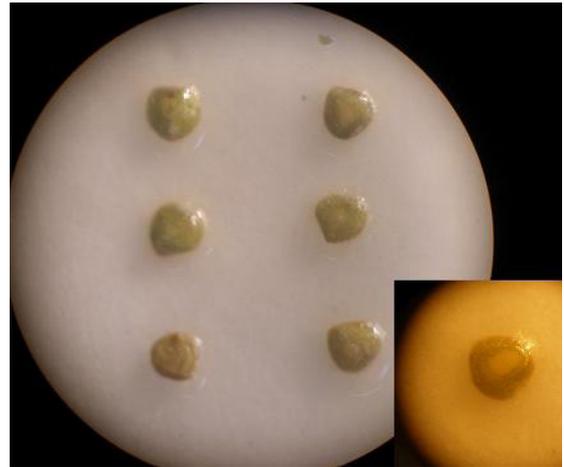


Fig. 2. Vista del tratamiento escarificado y detalle de una semilla con el desgaste de sus cubiertas por escarificado suave con lija seca 326U3M.

- 6) Estratificación. Las semillas fueron sembradas como en el tratamiento testigo y ubicadas en heladera a 5 °C para el tratamiento con baja temperatura. Al cabo de 8 días fueron transferidas a estufa de cultivo siguiendo el protocolo básico.
- 7) Alternancia de temperaturas. Se aplicó el protocolo básico pero en cámara de crecimiento provista de 6 tubos fluorescentes de 18 watts. La temperatura durante el período lumínico fue de 30 °C (+/-2) y durante el oscuro fue de 20 °C (+/-2), (30°C, L, 12h: 20°C, O, 12h).

El efecto de los tratamientos realizados en bloques completamente aleatorizados se evaluó mediante ANOVA y las medias fueron comparadas mediante el test de Tuckey ($p = 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La metodología básica de siembra aplicada fue satisfactoria en lo referido al sustrato, nivel de humedad y temperatura en los que se desarrolló el trabajo. La temperatura aplicada (24 °C +/-1) es coincidente con la temperatura óptima de entre 18 y

24 °C determinada por Berti y Johnson (2008) para germinación de *Cuphea viscosissima* Jacq.

Los resultados de los tratamientos aplicados se presentan en la Figura 3.

1) Testigo. Permitió determinar que el nivel de germinación (G) de las semillas producidas por la población natural de Sierra de los Padres fue del 50%. Estos resultados indicarían que la mitad de las semillas producidas no germinan por algún tipo de impedimento causante de dormición o simplemente por falta de viabilidad. Si bien no hay datos de esta especie en particular, Roath *et al.* (1994) determinó para *C. viscosissima* valores muy variables del porcentaje de dormición entre las numerosas plantas muestreadas, el cual fluctuó entre el 7,06 y el 77%, atribuido a la dormición generada principalmente por las cubiertas y en menor medida por los embriones.

Si bien no se cuantificó el porcentaje de plántulas normales se observó un desarrollo adecuado de hipocótilos y cotiledones de las plántulas obtenidas al finalizar el ensayo.

2) Escarificado. Este tratamiento que eventualmente permitiría superar los impedimentos ocasionados por las cubiertas de la semilla, no arrojó diferencias significativas con respecto al testigo. Las semillas de *C. glutinosa* poseen una cubierta dura debido a la presencia de una

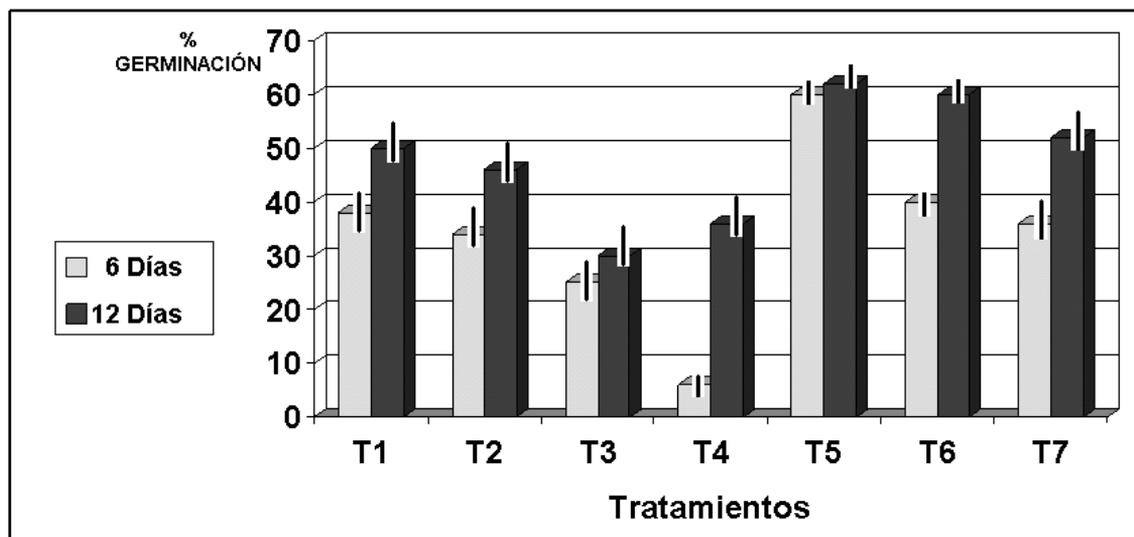


Fig. 3. Resultados de los diferentes tratamientos expresados en porcentaje de germinación a los 6 y 12 días. ANVA y CV $p=0,05$. (T1: Testigo; T2: Escarificado; T3: GA₃ (60ppm); T4: Oscuridad; T5: NO₃K (0,2%); T6: Estratificación; T7: Alternancia de temperaturas).

endotesta de células esclerenquimáticas que van siendo sustituidas por células parenquimáticas hacia el extremo más aguzado de la semilla. Asimismo, el tegumento interno o tegmen muestra varias capas de células parenquimáticas (exotegmen) y una capa de macroesclereidas (mesotegmen) o Capa de Malpighi (Cardinali, *et al.* 2010). Si bien estas capas de células, de paredes fuertemente engrosadas que incluyen la presencia de lignina, le confieren resistencia mecánica, evidentemente no constituyen una barrera absoluta para la hidratación. Es probable que el ingreso de agua a la semilla ocurra por el extremo aguzado de la misma, constituido sólo por células parenquimáticas. En consecuencia, las cubiertas no serían responsables de una dormición primaria. Si bien no hay reportes científicos sobre escarificación en *C. glutinosa*, estos datos se oponen a los escasos resultados citados por la bibliografía para el género *Cuphea*. Así, Widrlechner & Kovach (2000) indican que algunas especies de *Cuphea* exhiben dormición primaria, la cual generalmente está asociada a la dureza de las cubiertas. Coincidentemente, Roath *et al.* (1994) destacan la dormición impuesta por las cubiertas en *C. viscosissima*, la cual fue verificada hasta 5 años después de cosechada la semilla.

3) Ácido giberélico. Las giberelinas, en particular el GA₃, son ampliamente utilizadas para promover o inducir la germinación de semillas en diversas especies (Ikuma & Thimann, 1963; Tigabú & Odén, 2001) y romper la dormición permitiendo la germinación y crecimiento del embrión (Siobhan & McCourt, 2003).

Contrariamente en este trabajo la aplicación de una solución acuosa de 60 ppm de GA₃ causó una depresión en el porcentaje de germinación. Estos resultados son plenamente coincidentes con los obtenidos por Amador-Alfárez *et al.* (2013) quienes, al trabajar en *Ferocactus histrix* (DC.) G.E. Linds. (Cactaceae), tuvieron porcentajes de germinación en el noveno día de 38,6; 37,4 y 33,8 para concentraciones de 125, 250 y 500 ppm de GA₃ respectivamente, en contraste con el 56,7% del testigo. Estos resultados pueden ser atribuidos a que el GA₃ agregado exógenamente se sumaría a la concentración endógena, produciendo un efecto inhibitorio de la síntesis de GA endógena por retroalimentación negativa, tal como lo menciona Avila Alejandre (2003) para *Zea mays* L. (Poaceae).

Respecto a estas observaciones, cabe aclarar que no hay reportes sobre este aspecto para *C. glutinosa*, sin embargo Widrlechner & Kovach (2000) al hidratar con una solución acuosa de 1 mM GA₃ (equivalente a 346 ppma) semillas de *C. angustifolia*

Jack. Ex Koehne, *C. carthagenensis* (Jacq.) J.F. Macbr., *C. koehneana* Rose, *C. lutea* Rose ex Koehne, *C. painteri* Rose ex Koehne, *C. paucipetala* S.A. Graham, *C. procumbens* Ortega, *C. tolucana* Peyr. y *C. wrightii* A. Gray, sólo tuvieron respuesta significativa en *C. procumbens*.

Si bien, en el presente trabajo, el GA₃ provocó una disminución de G, se pudo observar un notable efecto sobre el crecimiento del hipocótilo y de la radícula (Fig. 4), aún al aplicar concentraciones menores a las utilizadas por los autores antes citados.

Los efectos consistieron en una fuerte alteración de la partición de carbono de las plántulas. En el primer recuento, a los 6 días, se observaron hipocótilos alargados y delgados que duplicaron en longitud al testigo. Este efecto se vio moderado en el segundo recuento, aunque se mantuvo una significativa diferencia (Tabla1).

El notable crecimiento del hipocótilo repercutió, como fenómeno fisiológico de correlación, en el crecimiento de la radícula. En efecto, el ajuste de esta alteración carbonada se refleja en una importante disminución del diámetro radicular, pero sin alterar su longitud. Esto está indicando que se prioriza el mantenimiento del alargamiento radicular y en consecuencia su capacidad de exploración, siendo la variable de ajuste del crecimiento el espesor de la radícula. Este efecto se manifiesta claramente a través de las relaciones hipocótilo-radícula (Tabla 2).

Tabla 1. Longitud del hipocótilo y variaciones en porcentaje de las plántulas testigo y de las tratadas con GA₃ a los 6 y 12 días.

Longitud del Hipocótilo (mm)		
	Testigo	GA ₃
6 días	8,41	16,25
12 días	13,30	22,00
Incremento (%)	58,15	35,38

Tabla 2. Longitudes y diámetros de hipocótilo y radícula expresados en milímetros de las plántulas testigo y de las tratadas con GA₃ y sus relaciones a los 12 días.

	Tratamiento			
	Hipocótilos		Radícula	
	Testigo	GA ₃	Testigo	GA ₃
Longitud	13,30 a	22,00 b	7,96 a	8,34 a
Relación	0,60:1		0,95:1	
Diámetro	0,559 a	0,503 a	0,609 a	0,298 b
Relación	1,11:1		2,04:1	

*letras iguales indican diferencias no significativas entre tratamientos

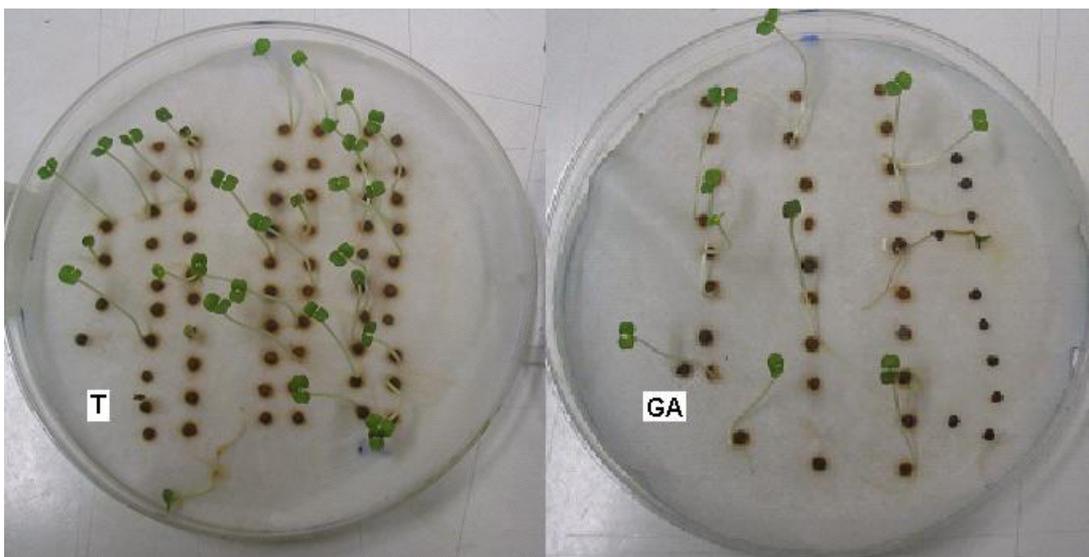


Fig. 4. Semillas germinadas correspondientes a los tratamientos T: testigo y GA: Ácido giberélico.

4) Oscuridad. Este tratamiento puso claramente en evidencia la necesidad de luz para la germinación, ya que en oscuridad absoluta el nivel de germinación alcanzó sólo el 6%, lo que representa el 15,79% respecto del testigo. La posterior exposición a la luz permitió alcanzar en promedio el 36% a los 12 días y el 58% a los 18 días, valores estadísticamente semejantes al testigo. Estos resultados indican claramente que *C. glutinosa* requiere luz para germinar, es decir es una semilla fotoblástica positiva. Si bien no hay datos específicos para esta especie, estos resultados coinciden con lo observado en *C. viscosissima* por Widrlechner & Kovach (2000), quienes demostraron la necesidad de luz para alcanzar los máximos niveles de germinación en los tratamientos de frío. Asimismo, Hernández Mendoza & Parra Tabla (2013), al trabajar con *C. gaumeri* Koehne reportaron una respuesta positiva a la luz consistente en una mayor velocidad de germinación.

5) Nitrato de potasio. El nitrato de potasio es un promotor de la germinación recomendado ampliamente en las Reglas Internacionales de Ensayos de Semillas (ISTA, 2008) para superar la dormición en semillas de diversas especies. Asimismo, la bibliografía es abundante en cuanto a resultados favorables por el uso de este compuesto en semillas con dificultades para germinar. En este trabajo la hidratación con solución acuosa de nitrato de potasio permitió alcanzar el máximo porcentaje final de germinación. Sin embargo, lo más relevante es el considerable aumento de la velocidad de germinación, ya que en el primer recuento se alcanzaron porcentajes de germinación muy superiores a los del testigo y al tratamiento estratificado, que también resultó positivo, y se lograron prácticamente los máximos valores de germinación en el recuento final.

Si bien no hay reportes específicamente para *C. glutinosa*, Widrlechner & Kovach (2000) trabajando con 9 especies de *Cuphea* encontraron respuesta positiva en *C. koehneana*, *C. procumbens*, *C. toluhana*, *C. carthagenensis* y *C. lutea*, al aplicar idénticas concentraciones de nitrato de potasio que en el presente trabajo. Como información adicional estos autores reportan la comunicación personal de A. Logan-Miller, National Seed Storage Laboratory, acerca de una respuesta positiva de semilla de *Cuphea* a la aplicación de nitrato de

potasio sólo con previo almacenamiento durante cierto período de tiempo.

6) Estratificación. En este trabajo se encontró una significativa respuesta al frío luego de 8 días a 5 °C, en tanto que los resultados logrados por Widrlechner & Kovach (2000) para *C. viscosissima* indican la necesidad de aplicar 16 a 24 semanas de tratamiento a 4 °C y en presencia de luz para alcanzar niveles superiores al 80% de germinación; en tanto que para alcanzar niveles de germinación similares a los logrados en este trabajo (60%) debieron aplicar entre 4 y 8 semanas de frío. La rápida respuesta al pretratamiento a 5 °C por parte de *C. glutinosa*, muestra claramente la efectividad para desencadenar el proceso de germinación. No obstante ello, durante el tratamiento a baja temperatura y en presencia de luz, ninguna de las semillas presentó salida de radícula, indicadora de germinación, lo que permite inferir que *C. glutinosa* tiene un umbral térmico de germinación superior a los 5 °C.

Estos resultados se corresponden con los aportes de Berti & Johnson (2008) para *C. viscosissima*, quienes encontraron que la temperatura mínima constante para la germinación varió entre 6 y 10 °C.

En general las respuestas a la estratificación están relacionadas a la caída en la concentración de ácido abscísico (ABA), a un incremento en los promotores - básicamente giberelinas - o a ambos efectos simultáneamente. Sondheimer *et al.* (1974) observaron una rápida metabolización del ABA por efecto de la estratificación a 5 °C de embriones de *Fraxinus americana* L. (Oleaceae). Asimismo, Al-Imam & Qrunfleh (2007) demostraron que la estratificación de semillas de *Prunus amygdalus* L. (Rosaceae) determinó una significativa disminución del ABA endógeno libre y ligado durante los primeros 15 días y una completa declinación a los 45 días. En este trabajo no hay respuesta a GA₃, de manera que según las evidencias generales sería posible considerar que la respuesta a este tratamiento es debida a una caída en la concentración de ABA o eventualmente al aumento de otras giberelinas.

7) Alternancia de temperaturas. La alternancia de temperaturas no produjo ninguna mejora en el porcentaje ni en la velocidad de germinación, ya que los resultados obtenidos no difieren de los alcanzados por el tratamiento testigo. Estos

resultados coinciden con Widrechner & Kovach (2000) que trabajaron con semillas en dormición de *C. viscosissima*, y no tuvieron respuesta al tratamiento con alternancia de temperatura de 30/20 °C y en presencia de luz. Estos resultados se mantuvieron aún con tratamientos adicionales de GA₃ o nitrato de potasio. Opuestamente, Rosa y Ferreira (1998) reportaron que semillas de *C. carthagenensis* alcanzaron más del 80% de germinación bajo alternancia de temperaturas y en cambio a temperaturas constantes de 10 °C; 15 °C; 20 °C; 25 °C; 30 °C y 35 °C germinaron en un muy bajo porcentaje aunque las semillas permanecieron viables.

CONCLUSIONES

La población natural de *Cuphea glutinosa* de Sierra de los Padres mostró semillas con un nivel de germinación del 50%. Si bien las semillas presentan cubiertas muy duras, el tratamiento escarificado no mejoró el porcentaje de germinación, lo que estaría indicando que no hay un impedimento en el ingreso de agua ni una resistencia mecánica para la emergencia de la radícula. La aplicación exógena de una solución acuosa de 60 ppm de GA₃ causó una depresión en el porcentaje de germinación y alteró la partición de carbono durante el crecimiento de la plántula. La alternancia de temperaturas no tuvo efectos en el porcentaje de germinación. Sin embargo, se observó claramente que la estratificación de las semillas aumentó significativamente el porcentaje de germinación y que el umbral mínimo de temperatura para la germinación es superior a los 5 °C. Los resultados dieron cuenta que las semillas de esta especie se comportaron como fotoblásticas positivas y respondieron aumentando significativamente el porcentaje y la velocidad de germinación, cuando fueron tratadas con NO₃K.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está enmarcado en el proyecto: “Estudio integral de especies medicinales autóctonas: *Cuphea glutinosa* Cham. et Schldtl. nativa de las sierras bonaerenses” Exa-UNMdP N° 655/14, subsidiado por la Universidad Nacional de

Mar del Plata, que se desarrolla en el Laboratorio de Botánica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, República Argentina.

BIBLIOGRAFÍA

- AL-IMAM, N. M. A. & M. M. QRUNFLEH. 2007. Physiological study of the stratification effect on the dynamic changes in endogenous abscisic acid in bitter almond seeds (*Prunus amygdalus*) and its relation to seeds germination. *Mesopotamia J. Agric.* 35: 1-9.
- AMADOR-ALFÉREZ, K. A., J. DÍAZ-GONZÁLEZ, S. LOZA-CORNEJO & E. Y. BIVIÁNCASTRO. 2013. Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de dos especies de *Ferocactus* (Cactaceae). *Polibotánica* 35: 109-135.
- AVILA ALEJANDRE, A. X. 2003. Regulación por retroalimentación de la biosíntesis de giberelinas en semillas de *Zea mays* L. Tesis, Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa.
- BERTI, M. T. & B. L. JOHNSON. 2008. Seed germination response of *Cuphea* to temperature. *Industr. Crops Prod.* 27: 17-21.
- CABRERA, A. L. & E. M. ZARDINI. 1978. *Manual de la Flora de los alrededores de Buenos Aires*. Editorial Acme, Buenos Aires.
- CARDINALI, F. J., M. E. DI SANTO & M. A. THEVENON. 2009. Secuencia de la floración y la fructificación y calidad de semilla en *Cuphea glutinosa* Cham et Schldtl. (Lythraceae). Actas de XXXII Jornadas Argentinas de Botánica, Huerta Grande, Córdoba.
- CARDINALI, F. J., M. A. THEVENON & M. E. ARIAS. 2010. Estudio morfoanatómico de la semilla y de las reservas proteicas y lipídicas en tejidos cotiledonales de *Cuphea glutinosa* (Lythraceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 45: 47-55.
- GRAHAM, S. A., F. HIRSINGER & G. ROBBELEN. 1981. Fatty acids of *Cuphea* (Lythraceae) seed lipids and their systematic significance. *Amer. J. Bot.* 68: 908 – 917.
- GRAHAM, S. A. 1989. *Cuphea*: a new plant source of medium-chain fatty acids. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28: 139-173.
- HERNÁNDEZ MENDOZA, V. B. & V. PARRA TABLA. 2013. Efectos de agua y luz en la adecuación de la especie endémica *Cuphea gaumeri* (Lythraceae). IV Congreso Mexicano de Ecología, Villa Hermosa, Tabasco.
- HIRSINGER, F. 1985. Agronomic potential and seed composition of *Cuphea*, an annual crop for lauric

- and capric seed oil. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 62:76-80.
- HIRSINGER, F. & P. F. KNOWELES. 1984. Morphological and agronomic description of selected *Cuphea* germplasm. *Econ. Bot.* 38: 439-451.
- IKUMA, H. & K. V. THIMANN. 1963. Action of Kinetin on photosensitive germination of lettuce seed as compared with that of gibberellic acid. *Plant Cell Physiol.* 4: 113-128.
- ISTA. 2008. *International Rules for Seed Testing*. International Seed Testing Association, Bassersdorf.
- KNAPP, S. J. 1993. Breakthroughs towards the domestication of *Cuphea*. In: J. Janick and J. E. Simon (eds.), *New Crops*, pp. 372-379. Wiley, New York.
- MARZOCCA, A. 1997. *Vademécum de malezas medicinales de la Argentina indígenas y exóticas*. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires.
- RATERA, L. R. & M. O. RATERA. 1980. *Plantas de la flora argentina empleadas en medicina popular*. Hemisferio Sur, Buenos Aires.
- ROATH, W. W., M. P. WIDRLECHNER & R. KLEIMAN. 1994. Variability in *Cuphea viscosissima* Jacq. Collected in east-central United States. *Industr. Crops Prod.* 3: 217-223.
- ROSA S. G. T. & A. G. FERREIRA. 1998. Germinação de sementes de espécies medicinais do Rio Grande do Sul: *Bromélia antiacantaha* Bert., *Cuphea carthagenensis* (Jacq.) Macbride e *Talinum patens* (Jacq.) Willdenow. *Acta Bot. Bras.* 12, suppl.1: 515-522.
- SIOBHAN, M. B. & P. MCCOURT. 2003. Hormone Cross-Talk in Seed Dormancy. *J. Plant Growth Regul.* 22: 25-31.
- SONDHEIMER, E., E. C. GALSO, E. TINELLI & D. C. WALTON. 1974. The metabolism of hormones during seed germination and dormancy. *Plant Physiol.* 54: 803-808.
- THOMPSON, A. E. 1984. *Cuphea* a potential new crop. *Hort. Science* 19: 352-354.
- TIGABU, M. & P. C. ODEN. 2001. Effect of scarification, gibberellic acid and temperature on seed germination of two multipurpose *Albizia* species from Ethiopia. *Seed Sci. Technol.* 29: 11-20.
- WIDRLECHNER, M. P. & D. A. KOVACH. 2000. Dormancy-breaking protocols for *Cuphea* seed. *Seed Science Technol.* 28: 1-27.

Recibido el 21 de octubre de 2014, aceptado el 14 de abril de 2015.