

Germinación de *Phacelia secunda* (Boraginaceae) y *Eryngium paniculatum* (Apiaceae), hierbas perennes de la Patagonia Argentina

TRABAJOS ORIGINALES

Presentado: 18/02/2019
Aceptado: 11/07/2019
Publicado online: 30/09/2019

Correspondencia:

*Autor de correspondencia

Giselle Ailin Chichizola:
gisellechichizola@comahue-conicet.gov.ar

Adriana Edit Rovere:
arovere@conicet.gov.ar

Sofía Laura Gonzalez:
sofia903@gmail.com

Otros datos de los autores / biografía:

ORCID Giselle Ailin Chichizola:
<https://orcid.org/0000-0002-8893-673X>

ORCID Adriana Edit Rovere:
<https://orcid.org/0000-0002-9811-1192>

ORCID Sofía Laura Gonzalez:
<https://orcid.org/0000-0002-7374-9368>

Citación:

Chichizola G.A., A.E. Rovere, S.L. Gonzalez. 2019. Germinación de *Phacelia secunda* (Boraginaceae) y *Eryngium paniculatum* (Apiaceae), hierbas perennes de la Patagonia Argentina. Revista peruana de biología 26(3): 311 - 316 (Septiembre 2019). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v26i3.16774>

Palabras clave: conservación; dormición; especies colonizadoras; estepa; restauración.

Keywords: conservation; dormancy; pioneer species; steppe; restoration.

Seed germination of *Phacelia secunda* (Boraginaceae) and *Eryngium paniculatum* (Apiaceae), perennial herbs from Patagonia Argentine

Giselle Ailin Chichizola*, Adriana Edit Rovere, Sofía Laura Gonzalez

Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA, CONICET-UNCOMA). Quintral 1250. San Carlos de Bariloche (8400), Río Negro, Argentina.

Resumen

El objetivo fue evaluar los requerimientos de germinación de *Phacelia secunda* J.F. Gmel. y *Eryngium paniculatum* Cav. y Dombey ex F. Delaroche, herbáceas perennes colonizadoras de ambientes degradados del noroeste patagónico argentino y de interés para la restauración ecológica. Se evaluó el porcentaje, tiempo medio e inicio de germinación en un control (C) y dos tratamientos pre-germinativos: escarificación mecánica con bisturí (EM) y estratificación húmeda fría durante 45 días (EHF). En *P. secunda*, el porcentaje de germinación en el tratamiento EHF (2%) fue menor que en el C (24%) y el tratamiento EM (16%). En *E. paniculatum* se encontraron diferencias entre el C (94%) y el tratamiento EHF (82%), pero no entre el C y EM (91%). El tratamiento EHF aceleró el inicio de la germinación en ambas especies. Las semillas de *P. secunda* mostraron baja capacidad de germinación siendo necesario evaluar nuevos tratamientos. *Eryngium paniculatum* mostró alta capacidad germinativa aún en el control, lo que evidencia que no requiere tratamientos pre-germinativos específicos.

Abstract

The aim was to evaluate the seed germination requirements of *Phacelia secunda* J.F. Gmel. and *Eryngium paniculatum* Cav. y Dombey ex F. Delaroche, perennial herbaceous colonizers of degraded environments of northwest Argentinian Patagonia and of interest for ecological restoration. The germination percentage, mean germination time and time until initiation of germination of a control (C) and two pre-germination treatments: mechanical scarification with a scalpel (EM) and 45 days cold moist stratification (EHF) were evaluated. In *P. secunda*, the germination percentage in EHF treatment (2%) was lower than in C (24%) and EM (16%) treatment. In *E. paniculatum*, differences between C (94%) and EHF (82%) were found, but not between C and EM (91%). EHF treatment accelerated the germination initiation in both species. Seeds of *P. secunda* showed low germination capacity being necessary to evaluate new treatments. *Eryngium paniculatum* showed high germination capacity in the control. Thus this species does not require specific pre-germination treatments.

Introducción

Las semillas pueden presentar mecanismos de dormancia, que son necesarios evaluar para su reproducción (Baskin & Baskin 2008). La dormancia es una condición de las semillas en la cual se inhiben la germinación a pesar de encontrarse bajo condiciones óptimas (Hartmann & Kester 1980, Benech-Arnold et al. 2000). Por ejemplo, las especies de la familia de las Asteraceas presentan generalmente dormancia fisiológica leve o ausencia de dormancia, mientras que las Fabaceas presentan generalmente dormancia física (Baskin & Baskin 2014). A su vez, la dormancia también puede estar relacionada a las condiciones ambientales en donde se desarrolla la especie (Masini et al. 2016). Las especies que dispersan sus semillas en verano-otoño pueden presentar dormancia fisiológica (Figuroa & Jaksic 2004), que logra romperse con un tratamiento de estratificación (Baskin & Baskin 2004, Rovere 2006). Las semillas de especies de ambientes áridos pueden presentar dormancia física la cual logra romperse mediante escarificación química o mecánica (Baskin & Baskin 2004, Masini et al. 2016).

Phacelia secunda J.F. Gmel. y *Eryngium paniculatum* Cav. y Dombey ex F. Delaroché son especies nativas de Argentina y Chile que colonizan frecuentemente ambientes degradados señalados de interés para la restauración (Lai et al. 2016, Masini et al. 2016, Chichizola et al. 2018). Ambas especies se observan con frecuencia en taludes viales en el noroeste patagónico. *Phacelia secunda* se registró como colonizadora en taludes de canteras de extracción de áridos (Arce et al. 2015), en ambientes con depósito de ceniza volcánica (López et al. 2010) y matorrales post-fuego de la Patagonia (Raffaele & Veblen 1998). *Eryngium paniculatum* suele encontrarse en laderas escarpadas y rocosas (Pfanzelt et al. 2008), en bordes de rutas y vías férreas (Troiani & Steibel 2008), y es colonizadora de matorrales post-fuego (Fernández et al. 2010).

Tanto las semillas de *P. secunda* como *E. paniculatum* pueden tener mecanismos de dormancia que dificulten su germinación. Se conocen varios estudios en relación a la presencia de dormancia y la germinación de distintas especies de *Phacelia* (Quick 1947, Keeley & Fotheringham 1998, Raffaele & Veblen 1998, Rice & Ross 2014, Jefferson et al. 2014). Cavieres y Arroyo (1999) observaron que el tiempo de estratificación para romper la dormancia en *P. secunda* fue variable entre poblaciones chilenas según la altitud, aumentando el tiempo necesario de estratificación con la altura. Para distintas especies de *Eryngium* se han observado variaciones en los porcentajes de germinación según distintos tratamientos de temperatura o fotoperíodos aplicados en los ensayos de germinación (Fuentes Fiallo et al. 1996, RBGK 2008, Sabatino et al. 2015). El objetivo del trabajo fue evaluar los requerimientos germinativos de *P. secunda* y *E. paniculatum*. Como hipótesis se plantea que las especies pueden presentar mecanismos de latencia fisiológica o física, los cuales pueden ser superados por escarificación o estratificación.

Material y métodos

Phacelia secunda J.F. Gmel. (Boraginaceae) es una hierba perenne nativa. Posee flores de color violáceo, lila o blanco, reunidas en inflorescencias terminales (Green & Ferreyra 2012). El fruto es una cápsula piriforme de 3 mm que contiene 1-4 semillas (2-3 x 1 mm) (Cavieres 2000). Se distribuye en Chile, Bolivia y en Argentina desde Jujuy hasta Tierra del Fuego (Green & Ferreyra 2012). Posee usos medicinales (Green & Ferreyra 2012), y es de interés melífera (Forcone & Kutschker 2006).

Eryngium paniculatum Cav. y Dombey ex F. Delaroché (Apiaceae) es una hierba perenne rizomatosa nativa. Sus flores son pequeñas de color blanco, dispuestas en capítulos ovoides reunidos a su vez en escapos terminales erectos ramificados; el fruto (3-4 x 2.5-3 mm) es elipsoide, aplanado con escamas laterales (Correa 1998). Se distribuye en el centro y sur de Chile y en Argentina, donde está presente en Buenos Aires, Chubut, La Pampa, Neuquén y Río Negro (Correa 1998). Posee uso medicinal y comestible (Molares & Ladio 2012), ornamental (Vacarezza et al. 2017), y es una especie de interés melífera (Forcone & Kutschker 2006).

Se recolectaron semillas de 30 plantas de cada especie en febrero de 2016. Los frutos maduros de *E. paniculatum* fueron recolectados en un sector de estepa patagónica (41°07'12"S 71°13'23"W, 838 m de altitud) ubicado a ambos lados de la Ruta Nacional 40 en Bariloche (Río Negro, Argentina). Los frutos de *P. secunda* fueron recolectados en un área de bosque de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser (41°08'40.4"S 71°22'6.9"W, 1328 m de altitud), ubicada al borde del camino de acceso al cerro Otto (Bariloche). Los ejemplares de ambas especies están depositados en el herbario de referencia del Centro Regional Universitario Bariloche de la Universidad Nacional del Comahue (BCRU). Para *E. paniculatum* el ejemplar de herbario corresponde a Chiapella 92 (BCRU) y para *P. secunda* corresponde a Ferreyra 384 (BCRU). En laboratorio, se extrajeron en forma manual las semillas de las cápsulas, en el caso de *P. secunda*, y de los capítulos en *E. paniculatum*; y se dejaron secar a temperatura ambiente durante 24 horas. De cada especie se reunieron todas las semillas en un único lote, se dispusieron en una bolsa de papel madera rotulada y se almacenaron a temperatura ambiente y oscuridad hasta realizar los tratamientos pre-germinativos.

Previo al ensayo de germinación se aplicaron dos tratamientos pre-germinativos: estratificación húmeda fría durante 45 días (EHF), en donde se ubicaron las semillas entre capas de algodón, dentro de bolsas de plástico herméticamente cerradas y conservadas en heladera a 5 °C en oscuridad; escarificación mecánica con bisturí (EM), realizando un corte sobre el tegumento de las semillas sin dañar el endospermo. Para el ensayo de germinación, en cada tratamiento y control (C) se realizaron diez repeticiones de 30 semillas cada una. Se desinfectaron las semillas con una solución de hipoclorito de sodio al 2% durante dos minutos, se enjuagaron bajo chorro de agua corriente y se dispusieron en cajas de Petri plásticas transparente, sobre un disco de papel de filtro hume-

decido con agua destilada. El ensayo se llevó a cabo en cámara de germinación bajo condiciones controladas de luz y temperatura: 12 h luz/12 h oscuridad, a 20 °C/10 °C, respectivamente. La duración de este ensayo fue de 52 días y se realizó un control de la germinación cada 4 días, regándose con una solución de agua destilada. Se consideró germinada una semilla cuando emergía por lo menos 2 mm de radícula por fuera del tegumento. Al finalizar el ensayo de germinación, se realizó la prueba de viabilidad a las semillas que no germinaron por medio de un test de corte (Gosling 2003). Las semillas se clasificaron en vacías, atacadas por hongos, infectadas (atacadas por insectos) y viables (turgentes).

Para evaluar los tratamientos pre-germinativos se determinó el porcentaje de germinación final (G), el tiempo medio de germinación (TMG) y el inicio de germinación (IG). El porcentaje de germinación final para cada repetición se calculó empleando la fórmula $G = g / (g + vs + f)$, en donde g es el número de semillas germinadas, vs es el número de semillas viables según el test de corte y f es el número de semillas atacadas por hongos (Gosling 2003). En el cálculo del porcentaje de germinación se excluyeron las semillas que aparecían vacías e infectadas en el test de corte. Se calculó el TMG para cada tratamiento, el cual indica el número promedio de días que tarda una única semilla en germinar (Khajeh-Hosseini et al. 2003). También se calculó IG, como el número de días transcurridos hasta el comienzo de la germinación (Méndez 2007).

Se compararon las medias de los tratamientos con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. En los casos que se encontraron diferencias significativas se aplicaron comparaciones múltiples de a pares de los rangos promedio (Siegel & Castellan 1995). Se utilizó el programa SPSS 23 paquete para Windows.

Resultados

En *P. secunda* se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) para el G (Fig. 1a), el TMG (Fig. 2a) y IG. El tratamiento de estratificación húmeda en frío (EHF) no incrementó la germinación de semillas con respecto al control (C) y tratamiento de escarificación mecánica (EM). El TMG del tratamiento EHF fue menor al del tratamiento EM, mientras que no se encontraron diferencias entre C y estos dos tratamientos. Las semillas del tratamiento EHF iniciaron su germinación a los 5 días, siendo este tiempo menor al del tratamiento EM (11 días), pero similar al C (8 días). El desarrollo de la germinación se analizó mediante curvas de germinación acumulada en función del tiempo (Fig. 3a). El C y EM presentaron una curva de germinación similar, el mayor porcentaje de germinación acumulado se dio a los 36 días con un 23.8% en el C y 15.8% para la EM. La germinación del tratamiento EHF se estabilizó en 1.8% a los 8 días de iniciado el ensayo. Con respecto a las semillas que no germinaron, el 84.8% se encontraron turgentes al realizarse el test de corte, conservando en buen estado el embrión y el endospermo, considerándose viables. El 14.2% de las semillas no germinadas se encontraban hongueadas y el 1% vacías.

En *E. paniculatum*, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) para el G (Fig. 1b), el TMG (Fig. 2b) y el IG. El G de las semillas fue significativamente más alto en C que en el tratamiento EHF. El tratamiento EHF aceleró la germinación de las semillas indicado por el TMG, e inició de manera más temprana la germinación indicado por IG (5 días). Este valor fue significativamente menor al del C (8 días), pero similar al del tratamiento EM (7 días). La curva de germinación acumulada en función del tiempo muestra que la germinación ocurrió rápidamente durante los primeros 8 días (Fig. 3b). Se observó un desarrollo de la germinación similar en todos los tratamientos: el C (94.3%) se estabilizó y al-

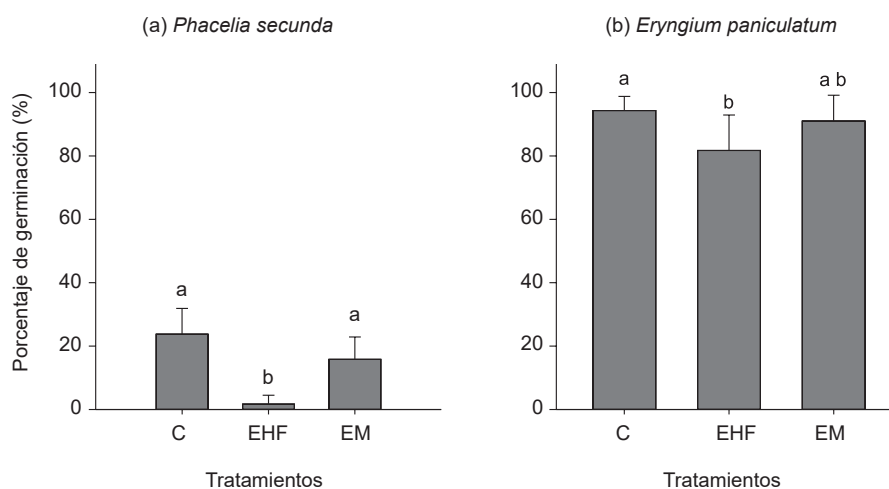


Figura 1. Porcentaje de germinación de semillas (media \pm DE, $n=30$) en el control (C), estratificación húmeda fría durante 45 días (EHF) y escarificación mecánica con bisturí (EM) de (a) *Phacelia secunda* y (b) *Eryngium paniculatum*. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0.05$).

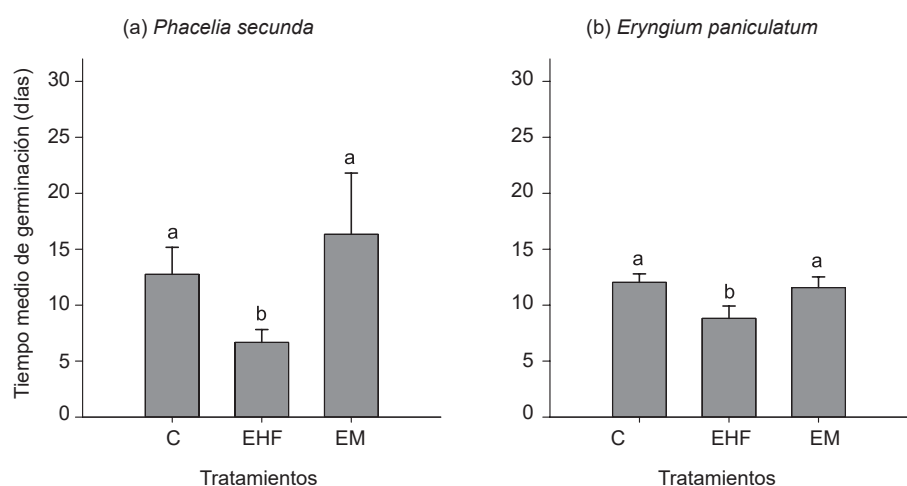


Figura 2. Tiempo medio de germinación (TMG) (media \pm DE, $n=30$) de (a) *Phacelia secunda* y (b) *Eryngium paniculatum* en el control (C) y los tratamientos de estratificación húmeda fría durante 45 días (EHF) y escarificación mecánica con bisturí (EM). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p<0.05$).

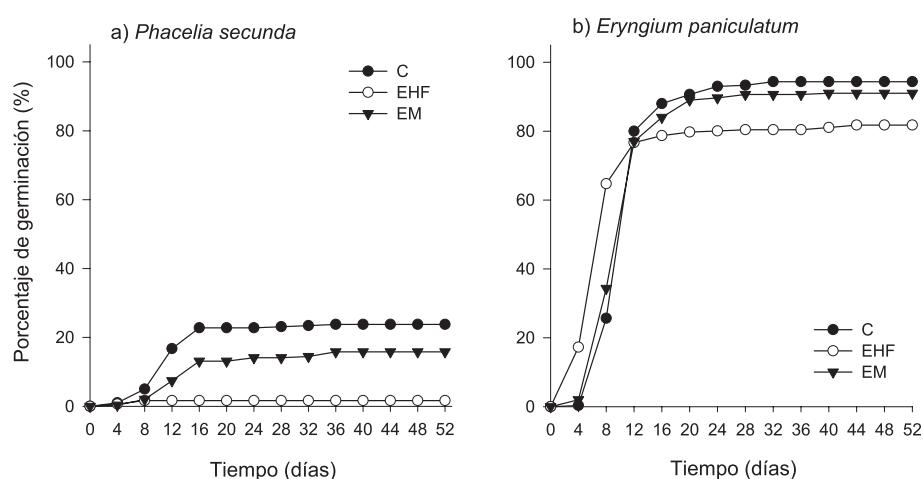


Figura 3. Porcentaje de germinación acumulada de (a) *Phacelia secunda* y (b) *Eryngium paniculatum* (media \pm DE, $n=30$), para el control (C), estratificación húmeda fría (EHF) y escarificación mecánica con bisturí (EM).

canzó su mayor porcentaje de germinación acumulada a los 32 días de iniciado el ensayo, EM (91%) estabilizó su porcentaje de germinación a los 40 días y EHF (81.8%) lo logró a los 44 días. Con respecto a la viabilidad de las semillas que no germinaron luego del ensayo, el 92.3% estaban turgente y por lo tanto viables, el 2.7% se encontraban infestadas con hongos y el 1.2% vacías.

Discusión

Las semillas de las especies estudiadas respondieron de manera diferente a los tratamientos pre-germinativos. Según Baskin y Baskin (2014) si ninguna o pocas semillas germinan bajo las condiciones evaluadas en un lapso de 30 días, presentan algún tipo de dormancia, mientras que no presentan dormancia si germina con un porcentaje mayor a 80, y este valor no aumenta con la

aplicación de tratamientos pre-germinativos. Bajo este criterio, las semillas de *P. secunda* presentarían dormancia ya que se obtuvieron valores bajos de germinación en todos los tratamientos, especialmente con estratificación húmeda fría. En contraste, la germinación de *E. paniculatum* fue alta en todos los tratamientos, indicando que sus semillas no poseen dormancia, aunque el tratamiento de estratificación húmeda fría promovió una germinación temprana en relación a los demás tratamientos.

Las semillas de especies de climas templados fríos, en general poseen mecanismos de dormancia que evitan la germinación en períodos no favorables para el establecimiento y supervivencia de las plántulas (Fenner & Thompson 2005). Este mecanismo prevendría que las plántulas sean dañadas por frío y heladas. En semillas re-

ción cosechadas la dormancia se puede romper mediante un período de estratificación húmeda en frío simulando condiciones invernales (Baskin & Baskin 2014). El tiempo de estratificación de las semillas puede variar entre poblaciones de una misma especie dependiendo de las condiciones ambientales de las cuales provienen (Baskin & Baskin 2014). Según Cavieres y Arroyo (1999) en los Andes del centro de Chile, el tiempo de estratificación húmeda fría a 4 °C para romper la dormancia de semillas de *P. secunda* varía entre poblaciones con la altitud, requiriendo menor tiempo (30 días) aquellas poblaciones provenientes de menores alturas (1600 m de altitud), pero alcanzando valores de germinación bajos (<25%). A los 60 días de estratificación, las mismas poblaciones incrementaron su germinación superando el 80%. En el presente estudio, las semillas de *P. secunda* provienen de poblaciones del Cerro Otto ubicadas a 1328 m de altitud, menor altitud que las citadas por Cavieres y Arroyo (1999). Por lo tanto, se esperaba encontrar que una estratificación húmeda fría de 45 días a 5 °C fuera suficiente para romper la dormancia e incrementar la germinación con respecto al control. Los resultados sugieren que las condiciones de estratificación no fueron adecuadas para esta especie, y es probable que las semillas requieran de un período de estratificación más extenso. Así mismo, varias especies de *Phacelia* en California incrementaron su germinación con semillas estratificadas a 0 °C por 114 días o 2.2 °C en 142 días en comparación con semillas estratificadas a 5 °C durante 86 días (Quick 1947).

El porcentaje de germinación de las semillas de *E. paniculatum* fue superior o similar comparados a estudios en otras especies del mismo género. En *E. regnelli* Malme el porcentaje de germinación fue de 54% a una temperatura constante de 25 °C, con un fotoperiodo de 8 h luz/16 h oscuridad (Sabatino et al. 2015). *Eryngium billardierei* F. Delaroché presentó una germinación de 76% a una temperatura constante de 10 °C y fotoperiodo de 8 h luz/16 h oscuridad y de 94% a 15 °C y fotoperiodo de 8 h luz/16 h oscuridad (RBGK 2008). Los altos porcentajes de germinación de *E. paniculatum* en el control y los tratamientos indicarían que no presenta dormancia a diferencia de otras especies de la familia Apiaceae, que frecuentemente presentan dormancia morfológica o morfofisiológica (Baskin & Baskin 2014). Por ejemplo, las semillas de *E. foetidum* L. requieren un tiempo de post-maduración de 6 a 8 meses para lograr valores altos de germinación (Fuentes Fiallo et al. 1996). El tiempo medio de germinación e inicio de la germinación de las semillas de *E. paniculatum* fueron parecidos en todos los tratamientos, sin embargo la estratificación húmeda fría aceleró el inicio de la germinación. Este aspecto sería favorable para su propagación en vivero ya que acelera y uniformiza la emergencia de plántulas, optimizando el período de crecimiento (Rovere 2006).

Se concluye que *E. paniculatum* es una especie de fácil propagación por medio de semillas, ya que estas no requieren de tratamientos pre-germinativos específicos y tienen alto poder germinativo. En el caso de *P. secunda*, sus semillas presentan dormancia fisiológica, siendo necesario profundizar las investigaciones de esta especie.

Literatura citada

- Arce M.E., V. Walicki, I. Castro, et al. 2015. Evaluación de la revegetación natural en canteras de áridos en dos sitios de la provincia de Chubut. En: E. Martínez Carretero y A. D. Dalmasso, eds. Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina 2. IADIZA, Mendoza, Argentina, pp. 355-384.
- Baskin C.C. & J.M. Baskin. 2004. Determining dormancy-breaking and germination requirements from the fewest seeds. In: Guerrant E.O. Jr., K. Havens & M. Maunder, eds. Ex situ plant conservation: supporting species survival in the wild. Island Press, United States of America, pp. 162-179.
- Baskin, C.C. & J.M. Baskin. 2014. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. 2da edn. San Diego, USA: Academic Press, Elsevier. 1600pp.
- Baskin J.M. & C.C. Baskin. 2008. Some considerations for adoption of Nikolaeva's formula system into seed dormancy classification. *Seed Science Research* 18(3): 131- 137. doi: <https://doi.org/10.1017/S096025850803674X>
- Benech-Arnold R.L., R.A. Sánchez, F. Forcella, B.C. Kruk & C.M. Ghersa. 2000. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field crops research* 67(2): 105-122. doi: [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(00\)00087-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(00)00087-3)
- Cavieres L.A. 2000. Variación morfológica de *Phacelia secunda* J.F. Gmel. (Hydrophyllaceae) a lo largo de un gradiente altitudinal en Chile central. *Gayana, Botánica* 57 (1): 89-96. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432000000100007>
- Cavieres L.A. & M.T. Arroyo. 1999. Bancos de semillas en *Phacelia secunda* J.F. Gmelin (Hydrophyllaceae): variación altitudinal en los Andes de Chile central (33°S). *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 569-577.
- Chichizola G.A., A.E. Rovere & S.L. Gonzalez. 2018. Germination of *Oenothera odorata*, endemic ruderal Onagraceae from Argentina. *Phyton- International Journal of Experimental Botany* 87: 265-273.
- Correa M.N. 1998. Flora Patagónica. Parte V. Buenos Aires: Colección Científica del INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 381 pp.
- Fenner M. & K. Thompson. 2005. The ecology of seeds. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fernández I., N. Morales, L. Olivares, et al. 2010. Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. Santiago, Chile: PUC.
- Figueroa J.A. & F.M. Jaksic. 2004. Latencia y banco de semillas en plantas de la región mediterránea de Chile central. *Revista chilena de historia natural* 77(1): 201-215. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2004000100016>
- Forcone A. & A. Kutschker. 2006. Floración de las especies de interés apícola en el noroeste de Chubut, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie* 8(2): 151-157.
- Fuentes Fiallo V.R., N.N. Rodríguez Medina & C.A. Rodríguez Ferradá. 1996. La germinación del culantro (*Eryngium foetidum* L.). *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 1(2): 31-33.
- Gosling P.G. 2003. Viability Testing. In: R.D. Smith, J.B. Dickie, S.H. Linington, et al., eds. Seed Conservation: turning science into practice. The Royal Botanic Gardens Kew, Great Britain, pp. 445-481.

- Green L. & M. Ferreyra. 2012. Flores de la estepa patagónica. Buenos Aires: Vázquez Mazzini Editores. 288pp.
- Hartmann H.T. & D.E. Kester. 1980. Propagación de plantas: principios y prácticas. Compañía Editorial Continental S.A., México.
- Jefferson L., M. Pennacchio, & K. Havens-Young. 2014. Ecology of plant-derived smoke: its use in seed germination. New York: Oxford University Press. 336pp.
- Keeley J.E. & C.J. Fotheringham. 1998. Smoke-induced seed germination in California chaparral. *Ecology* 79(7): 2320-2336. doi: [https://doi.org/10.1890/00129658\(1998\)079\[2320:SISGIC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/00129658(1998)079[2320:SISGIC]2.0.CO;2)
- Khajeh-Hosseini M., A.A. Powell & I.J. Bingham. 2003. The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of soybean seeds. *Seed Science and Technology* 21: 715-725. doi: <https://doi.org/10.15258/sst.2003.31.3.20>
- Lai L., L. Chen, L. Jiang, et al. 2016. Seed germination of seven desert plants and implications for vegetation restoration. *AoB PLANTS* 8: 31. Acceso 11/02/2019.
- López P.G., K. Tremetsberger, T.F. Stuessy, et al. 2010. Patterns of genetic diversity in colonizing plant species: *Nassauvia lagascae* var. *lanata* (Asteraceae: Mutisieae) on Volcán Lonquimay, Chile. *American Journal of Botany* 97(3): 423-432. doi: <https://doi.org/10.3732/ajb.0900208>
- Quick C.R. 1947. Germination of *Phacelia* seeds. *Madroño* 9(1): 17-20.
- Masini A.C.A., A.E. Rovere & G.I. Pirk. 2016. Germinación de *Gutierrezia solbrigii* y *Senecio subulatus*, asteráceas endémicas de Argentina. *Phyton*, Buenos Aires 85(2): 314-323.
- Méndez, E. 2007. Germination of *Denmoza rhodacantha* (Salm-Dyck) Britton & Rose (Cactaceae). *Journal of Arid Environments* 68(4): 678-682. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.07.011>
- Molares S. & A.H. Ladio. 2012. Plantas aromáticas con órganos subterráneos de importancia cultural en la Patagonia Argentina: una aproximación a sus usos desde la etnobotánica, la percepción sensorial y la anatomía. *Darwiniana*, nueva serie 50(1): 7-24.
- Raffaele E. & T.T. Veblen. 1998. Facilitation by nurse shrubs of resprouting behavior in a post-fire shrubland in northern Patagonia, Argentina. *Journal of Vegetation Science* 9 (5): 693-698. doi: <https://doi.org/10.2307/3237287>
- Rice S.A. & S.L. Ross. 2014. Smoke-Induced Germination in *Phacelia strictiflora*. *Oklahoma Native Plant Record* 13 (1): 48-53. doi: <http://dx.doi.org/10.22488/okstate.17.100098>
- Rovere A.E. 2006. Cultivo de Plantas Nativas Patagónicas: árboles y arbustos. Bariloche, Argentina: Editorial Caleuche. 54 pp.
- RBGK (Royal Botanic Gardens Kew). 2008. (en línea). Seed information database (SID). Version 7.1. Acceso 18/05/2018.
- Pfanzelt S., J. Grau & R. Rodríguez. 2008. A vegetation map of Nevados de Chillan volcanic complex, Bio-bio region, Chile. *Gayana Botanica* 65(2): 209-219.
- Sabatino C.M., A.E. Rovere & N. Maceira. 2015. Germinación de *Eryngium regnellii*: especie clave para la restauración ecológica de las interacciones planta-polinizador en la Pampa Austral. Buenos Aires. Argentina. *Phyton*, Buenos Aires 84(2): 434-442.
- Siegel S. & N.J. Castellan. 1995. La prueba de Friedman. Estadística no Paramétrica: Aplicada a las ciencias de la conducta. Trillas, México DF. 437pp.
- Troiani H.O. & P.E. Steibel. 2008. Reconocimiento de malezas: Región subhúmeda y semiárida pampeana. Universidad Nacional de La Pampa, Colegio de Ingenieros Agrónomos de La Pampa, Santa Rosa.
- Vacarezza M., A.E. Rovere, M. Riat, G. Sánchez, & B. Tello. 2017. Rotondas viales en Bariloche. En: G. Burgueño y C. Nardini, eds. Diseño de espacios verdes sustentables con plantas nativas. Albatros, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. pp. 132-135.

Agradecimientos:

Investigación financiada por CONICET, PIP: 0196 asignado a Adriana Rovere.

Rol de los autores:

AER, GAC, SLG: conceptualización y análisis formal. GAC, AER: investigación y metodología. AER: adquisición de financiamiento, administración del proyecto y recursos. AER, SLG: supervisión. AER, GAC, SLG: redacción y preparación del borrador, redacción – revisión y edición.

Conflicto de intereses:

Los autores no incurren en conflictos de intereses.

Fuentes de financiamiento:

CONICET, PIP: 0196

Aspectos éticos / legales:

Las colectas de *Phacelia secunda* y *Eryngium paniculatum* están autorizadas por la Administración de Parques Nacionales (APN) mediante el Permiso N°1470.