

## Efecto de las aves y la temperatura sobre la germinación y viabilidad de las semillas de *Rubus ulmifolius* (Rosaceae)

Claudia M. Dellafiore<sup>1</sup>  & Maximiliano Sainz<sup>2</sup> 

1. Universidad Nacional de Río Cuarto, Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Ruta 36 km 601, Río Cuarto, Córdoba, Argentina; cdellafiore@exa.unrc.edu.ar,
2. Universidad Nacional de Río Cuarto, Departamento de Ciencias Agrarias, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Ruta 36 km 601, Río Cuarto, Córdoba, Argentina; pachisainz@hotmail.com

Recibido 21-IX-2021 • Corregido 16-XI-2021 • Aceptado 01-XII-2021

DOI: <https://doi.org/10.22458/urj.v14i1.3786>

**ABSTRACT.** “Effect of birds and temperature on the germination and viability of *Rubus ulmifolius* (Rosaceae) seeds” **Introduction:** Invasive species are causing serious modifications around the world, affecting deserts and tropical forests. In Córdoba, Argentina, the distribution and abundance of blackberry (*Rubus ulmifolius*) has increased in rural and wild environments. Seed dispersion by birds, and the high temperatures generated by forest fires, have been mentioned as the main cause of this increase. However, there are no studies about these hypotheses. **Objectives:** To know if the birds disperse the blackberry seeds and if they affect their germination, and to study the effect of high and low temperatures on germination and viability. **Methods:** Blackberry fruits and fresh feces from birds were collected in the field and the seeds kept at constant temperature during 20 months to measure germination; 27 samples of seeds (50 fruits per sample) were kept at several temperatures and durations, ranging from room temperature to -11°C, and from a few minutes to several days. Afterwards, they were germinated at constant temperature for 20 months. Additionally, 33 similar samples were treated for a viability test. **Results:** Neither seeds from the fruits, nor seeds from feces, germinate after 20 months. Most (75%) seeds from feces remained viable after 20 months. Viability was affected by temperature (H: 21,50; p = 0,0054). **Conclusion:** These blackberry seeds have a low germination power since they did not germinate under any treatment after 20 months. On the other hand, these seeds are highly resistant to high and low temperatures, although surface fires could destroy them.

**Keywords:** Germination power, fires, frosts, dispersal, blackberry.

**RESUMEN. Introducción:** Las especies invasoras están causando serias modificaciones por todo el mundo, afectando desiertos y bosques tropicales. En Córdoba, Argentina, la distribución y abundancia de la mora o zarzamora (*Rubus ulmifolius*) se ha incrementado en ambientes rurales y silvestres. Se ha sugerido que las causas principales del incremento son la dispersión de semillas por aves, y las altas temperaturas generadas por los incendios forestales. Sin embargo, no existen estudios sobre estas hipótesis. **Objetivos:** Conocer si las aves dispersan las semillas de zarzamora y si afectan a su germinación, y estudiar el efecto de las altas y bajas temperaturas sobre la germinación y viabilidad. **Métodos:** Se recolectaron en campo frutos de zarzamora y heces frescas de aves; y las semillas se mantuvieron a temperatura constante durante 20 meses para medir la germinación. Se mantuvieron 27 muestras de semillas (50 frutos por muestra) a varias temperaturas y duraciones, desde temperatura ambiente hasta -11°C, y desde unos pocos minutos hasta varios días. Posteriormente, se germinaron a temperatura constante durante 20 meses. Además, 33 muestras similares fueron tratadas para una prueba de viabilidad. **Resultados:** Ni las semillas de los frutos, ni las semillas de las heces, germinaron en 20 meses. La mayoría de las semillas de las heces (75%) permanecían viables a los 20 meses. La viabilidad se vio afectada por la temperatura (H: 21,50; p = 0,0054). **Conclusión:** Estas semillas de mora tienen un bajo poder germinativo ya que no germinaron en ningún tratamiento después de 20 meses. Por otro lado, estas semillas son muy resistentes a las altas y bajas temperaturas, aunque los incendios superficiales podrían destruirlas.

**Palabras clave:** Poder germinativo, incendios, heladas, dispersión, zarzamora.

La introducción de especies invasoras está causando grandes modificaciones a nivel mundial afectando tanto a los desiertos como a las selvas tropicales. Las especies invasoras son una de las principales causas de pérdida de biodiversidad (Williamson, 1999; Walker & Steffen, 1997) y causan serios daños ambientales con elevados costos sociales (Mack et al., 2000, Lodge & Sgrader-Frechette, 2003). Desde el punto de vista económico las especies invasoras cada vez adquieren mayor importancia debido al alto impacto que generan sobre las cosechas y el rendimiento agrícola-ganadero. En Estados Unidos dichas especies generan pérdidas de hasta 27 millones de dólares por año y en Reino Unido algunos planes de control, sin garantía de éxito, han generado costos de hasta 42 millones de libras esterlinas (Giorgis et al., 2006). Además, las especies invasoras tienen serios efectos sobre la estructura, organización y composición de las comunidades vegetales y animales debido a las múltiples interacciones mutualistas y antagonistas que establecen con las especies nativas (Traveset & Richardson 2006; Alba-Lynn & Hen, 2010)

En la provincia de Córdoba, Argentina, la especie *Rubus ulmifolius* (NV: zarzamora), un arbusto originario de Europa, norte de África y sur de Asia, ha incrementado notoriamente su distribución y abundancia en los últimos años, tanto en ambientes naturales como en ambientes rurales (Dellafiore, obs. pers.). Específicamente en las plantaciones forestales y en los bosques nativos de las Sierra de Comechingones este incremento se ha hecho muy notable y ha obligado a algunos productores a abandonar sectores de sus campos debido al alto grado de invasión por esta especie la cual impide el acceso a los animales y a las maquinarias agrícolas (Dellafiore, obs. pers.).

Como ocurre con la mayoría de las especies invasoras, la zarzamora posee un crecimiento rápido y puede multiplicarse vegetativamente, generando raíces desde sus ramas, además no presenta una época de floración unitaria, sino que en un mismo ejemplar se encuentran flores y frutos maduros e inmaduros al mismo tiempo. Esta especie posee, además, una elevada producción de semillas, pero las mismas carecen de un mecanismo específico de dispersión por lo que caen y permanecen en cercanías de la planta madre. La aparición de dichas plantas en áreas aisladas ha sido atribuida a las aves las cuales han sido mencionadas como unas de las principales responsables de su dispersión en su hábitat originario (Jordano, 1984). Sin embargo, en nuestro país no se han realizado estudios acerca del rol de las aves sobre la dispersión de esta especie.

Por otro lado, los incendios y la proliferación de especies invasoras exóticas pueden interactuar positivamente entre ellos incrementado el impacto de dichas especies sobre los ecosistemas invadidos (D'Antonio & Vitousek, 1992; Mack & D'Antonio, 1998; D'Antonio, 2000). Así, por ejemplo, las especies invasoras pueden acumular bancos de semillas cuya germinación es estimulada por el fuego, (altas temperaturas, humo o combinación de ambos), lo que no ocurre con las especies nativas las cuales, generalmente, pierden su viabilidad (Mack & D'Antonio, 1998; D'Antonio, 2000; Alexander & D'Antonio, 2003). En el caso de la zarzamora, algunos productores han mencionado que el fuego beneficia a la especie ya que luego de una quema observaron un incremento en la cobertura y vigor de las plantas (Palacios, com pers.) Sin embargo, no existe información científica a cerca del efecto del fuego sobre las semillas de zarzamora.

Otro efecto a tener en cuenta son las bajas temperaturas a las cuales suelen verse sometidas las semillas durante la estación invernal. En los ecosistemas serranos de la provincia de Córdoba las temperaturas suelen descender a  $-5^{\circ}\text{C}$  (Servicio Meteorológico Nacional) durante el invierno. Estas bajas temperaturas también pueden afectar a la viabilidad de las semillas de zarzamora las cuales deben sobrevivir hasta encontrar las condiciones óptimas para su germinación.

Debido a lo expuesto anteriormente el presente trabajo tuvo por objetivos: a) estudiar si las aves dispersan las semillas de zarzamora, b) conocer si las aves afectan la germinación de las semillas de zarzamora y d) examinar el efecto de las altas y bajas temperaturas sobre la germinación y viabilidad de las semillas de zarzamora.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprende una superficie de 3,5km<sup>2</sup> y está ubicada en la ciudad de Alpa Corral, Provincia de Córdoba, Argentina. Dicha área pertenece a la Región Fitogeográfica del Chaco Serrano (Cabrera, 1976). Entre las especies vegetales nativas observadas en el área de estudio se encuentran *Lithraea ternifolia*, *Fagara coco*, *Celtis ehrenbergiana*, *Schinus areira*, *Schinus fasciculatus*, *Prosopis torquata* y varias especies de la familia Poaceae como *Stipa* sp. y *Festuca* sp. Además, se encontraron especies exóticas como *Ligustrum lucidum*, *Rubus ulmifolis*, *Pyracantha atalantoides*, *Rosa eglanteria* y *Gleditsia triacanthos*.

En el área de estudio se censaron veintiséis especies de aves nativas de América del Sur y al menos dieciséis de ellas consumen frutos y semillas de forma regular (por ej: *Saltator aurantiirostris*, *Poospiza melanoleuca*, *Coryphospingus cucullatus*, *Zonotrichia capensis*, *Turdus rufiventris*, entre otras) (Dellafiore obs. pers).

Para conocer si las aves dispersan las semillas de zarzamora y si afectan su germinación, se recolectaron fecas de aves sobre dos transectos lineales de 1 450 \* 20m y 1 200 \* 5m durante los meses de verano de 2012 (momento en que aparecen las semillas de zarzamora en las fecas de las aves, Dellafiore obs. pers.). Se recolectaron únicamente fecas frescas y debido a que las aves suelen defecar varios pellets en un mismo lugar se consideró como una muestra a todos los pellets recogidos en la misma posición geográfica (GPS).

En el laboratorio las fecas fueron pesadas y se realizó el análisis del contenido de las mismas. Para ello fueron desmenuzadas mecánicamente mediante pinza diente de ratón y aguja de disección. La búsqueda de las semillas de *R. ulmifolius* fue realizada bajo lupa estereoscópica y las semillas observadas fueron contadas y analizadas en detalle para registrar posibles daños físicos (semillas partidas, tegumento roto, exposición del embrión, deshidratación, etc.). En total se obtuvieron 150 semillas de zarzamora las cuales fueron separadas al azar en 3 muestras de 50 semillas cada una y puestas a germinar en placas de petri con algodón y papel secante. Las placas se regaron diariamente y se mantuvieron a temperatura constante de 20-25°C. El criterio de germinación fue la emergencia de la radícula. La germinación de las semillas se registró diariamente durante un período de 20 meses.

Al mismo tiempo en el área de estudio se recolectaron 100 frutos de zarzamora a las cuales se les extrajeron las semillas (500 semillas). Posteriormente se seleccionaron al azar tres muestras de 50 semillas cada una. Dichas semillas fueron puestas a germinar siguiendo el mismo procedimiento mencionado para las semillas provenientes de las fecas de las aves y durante el mismo período mencionado previamente.

Para conocer el efecto de las altas y bajas temperaturas sobre la germinación y viabilidad de las semillas de zarzamora se recolectaron 1 000 frutos de 20 plantas diferentes. En el laboratorio se extrajeron 2 500 semillas y se separaron al azar 60 muestras de 50 semillas cada una. Dichas muestras fueron empleadas para llevar a cabo los siguientes tratamientos:

### Tratamiento altas temperaturas

Las temperaturas que suele alcanzar el suelo durante una quema de baja, media y alta intensidad es de 60°, 80° y 100°C respetivamente y el tiempo medio estimado de exposición es de 3 minutos (Carballas-Fernández, 2003). Teniendo en cuenta lo expuesto previamente, se realizaron dos tests para conocer el efecto de dichas temperaturas sobre la germinación y viabilidad de las semillas de zarzamora.

### 1. Prueba de germinación altas temperaturas

Se tomaron nueve muestras de 50 semillas cada una de las cuales tres se mantuvieron a temperatura ambiente (control), 3 fueron sometidas a 80°C durante 3 minutos y tres se mantuvieron a 100°C durante 2 minutos (Apéndice, Tabla 1). Tanto las muestras control como las muestras sometidas a calor fueron puestas a germinar en placas de plástico con algodón y papel secante. Las placas se regaron diariamente y se mantuvieron a temperatura constante de 20-25°C. El criterio de germinación fue la emergencia de la radícula. La germinación de las semillas se registró diariamente durante un período de 20 meses.

### 2. Prueba de viabilidad altas temperaturas

Se tomaron 12 muestras de 50 semillas cada una, de las cuales 3 se mantuvieron a temperatura ambiente (control) y el resto fueron sometidas a 60°C, 80°C y 100°C durante 3 minutos respectivamente (Apéndice, Tabla 2). Tanto las muestras control como las muestras sometidas a calor fueron evaluadas mediante la prueba de tetrazolium (Cottrell, 1947; MacKay, 1972) para determinar la viabilidad de las semillas.

## Tratamiento frío

Teniendo en cuenta que la temperatura media del área de estudio es de 4,6°C durante el invierno y que la temperatura mínima extrema, en el mes de julio, es de -11°C (datos de los últimos 20 años del Servicio Meteorológico Nacional), se realizaron dos tests para conocer el efecto del frío sobre la germinación y viabilidad de las semillas de zarzamora.

### 1. Prueba de germinación bajas temperaturas

Se tomaron 18 muestras de 50 semillas cada una de las cuales tres se mantuvieron a temperatura ambiente (control) y el resto fueron sometidas a frío de 5°C durante 1,4,7 y 14 días y a -11°C durante 7 días (Apéndice, Tabla 3). Tanto las muestras control como las muestras sometidas a las temperaturas señaladas previamente fueron puestas a germinar durante un período de 20 meses siguiendo la misma metodología que la señalada previamente.

### 2. Prueba de viabilidad bajas temperaturas

Se tomaron 21 muestras de 50 semillas cada una de las cuales tres se mantuvieron a temperatura ambiente (control) y el resto fueron sometidas a frío de 5°C durante 1,4,7 y 14 días y a -11°C durante 1 y 7 días (Apéndice, Tabla 4). Tanto las muestras control como las muestras sometidas a bajas temperaturas fueron evaluadas mediante la prueba de tetrazolium (Cottrell, 1947; MacKay, 1972) para determinar su viabilidad.

Las diferencias entre tratamientos fueron analizadas mediante la prueba de Kruskal-Wallis y como prueba *a posteriori* se empleó la prueba de T para muestras independientes. En todos los casos se consideró como significativo un  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

En total se recolectaron 21 muestras de fecas de aves durante el verano de 2012 en el área de estudio de las cuales el 4,7% contenía semillas de zarzamora. En total se contabilizaron y extrajeron 80 semillas y el 100% de las mismas no presentó ningún signo de daño físico. Al cabo de 20 meses de sembradas las semillas provenientes de los frutos y de las fecas de las aves no habían germinado, pero el 75% de las mismas permanecía viable.

En cuanto a la germinación a altas temperaturas se observó que tanto las semillas provenientes de los frutos como las sometidas a los distintos tratamientos no germinaron al cabo de 20 meses. En relación al tratamiento de viabilidad a altas temperaturas se observó que el 82% de las semillas control, el 72% de las semillas sometidas a 60°C y el 37% de las semillas sometidas a 80°C durante 3 minutos eran viables, mientras que ninguna de las semillas sometidas a 100°C durante 2 minutos resulto viable (Fig. 1.).

En el tratamiento de las semillas al frío se observó que tanto las semillas provenientes de los frutos como las sometidas a los distintos tratamientos no germinaron al cabo de 20 meses. La viabilidad de las semillas sometidas a los diferentes tratamientos de bajas temperaturas mostró que la misma osciló entre el 54% para las semillas sometidas a -11°C durante 7 días y el 78% para las semillas sometidas a 5°C durante 4 días (Fig. 1.).

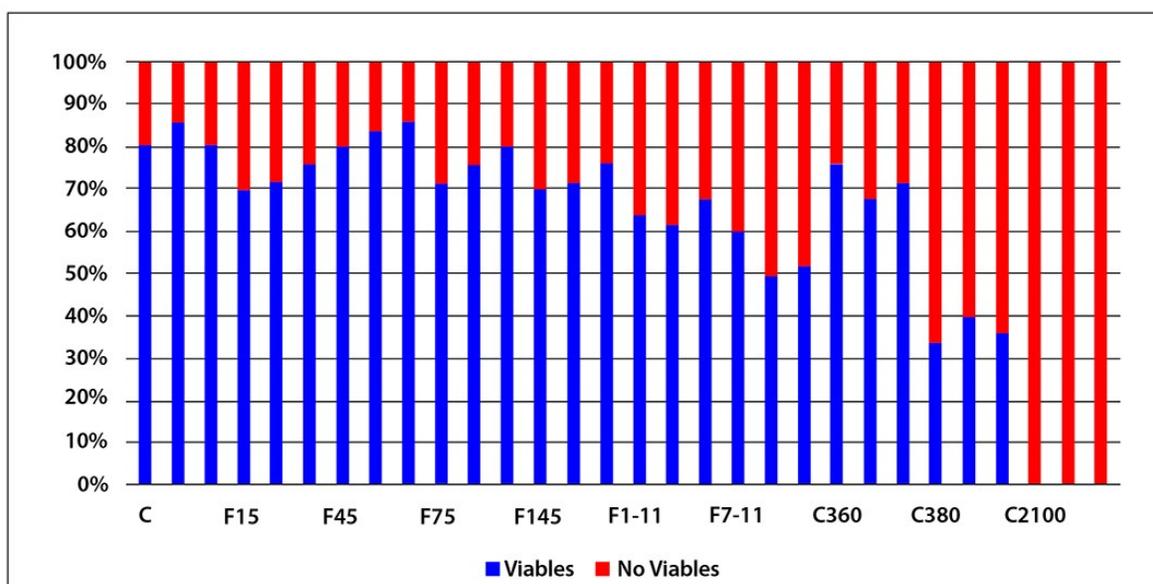


Fig. 1. Porcentaje de semillas viables y no viables para los distintos tratamientos. C: control, F15: frío 1 día a 5°C, F45: frío 4 días a 5°C, F75: frío 7 días a 5°C, F145: frío 14 días a 5°C, F1-11: frío 1 día a -11°C, C360: calor 3 minutos a 60°C, C380: calor 3 minutos a 80°C y C2100: calor 2 minutos a 100°C.

Al comparar los tratamientos mediante la prueba de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias significativas entre ellos ( $H: 21,50; p=0,0054$ ). Mediante la prueba de la T para muestras independientes pudimos observar diferencias significativas entre las semillas control y todos los tratamientos excepto con los tratamientos de frío durante 4 y 7 días a 5°C respectivamente (Apéndice, Tabla 5). Además, se observaron diferencias significativas entre todos los tratamientos y las semillas sometidas durante 2 minutos a 100°C y las semillas sometidas durante 3 minutos a 80°C (Apéndice, Tabla 5). También se observaron diferencias significativas entre la viabilidad de las semillas sometidas durante 7 días a -11°C y el resto de los tratamientos, excepto con la viabilidad

de las semillas sometidas durante 3 minutos a 60°C y las sometidas a frío durante 1 día a -11 °C y el resto de los tratamientos, excepto con frío 7 días a 5°C (Apéndice, Tabla 5).

## DISCUSIÓN

De acuerdo con nuestros resultados las aves realizan una dispersión “legítima” de las semillas de *R. ulmifolius*, dado que las mismas no sufren daño al pasar por el tracto digestivo de las aves y al cabo de veinte meses un alto porcentaje de las mismas permanecía viable. Sin embargo, no hemos podido comprobar que dicha dispersión sea “efectiva” ya que ninguna semilla germinó al cabo de veinte meses. Estos resultados no coinciden con los observados por Jordano (1984) y Traveset et al., (2001), quienes encontraron que las aves no afectan el porcentaje de germinación de *R. ulmifolius* y que las semillas germinan al cabo de 70 días. Nuestros resultados coincidirían con lo observado por Wada y Reed (2011), quienes manifiestan que la germinación de las semillas del género *Rubus* está fuertemente limitada por una doble dormancia (física y fisiológica) y por lo observado por Zasada y Tappeiner (2003) quienes mencionan que algunas especies de *Rubus* poseen una lenta maduración del embrión. A pesar de que las semillas provenientes de las aves no germinaron, el hecho de que sean llevadas a áreas alejadas de la planta madre y que permanezcan viables por largos períodos de tiempo podría tener un impacto positivo para la especie. Es decir, que las aves podrían tener un rol importante en la dispersión de las semillas a nuevas áreas abiertas a la colonización.

Según Carballas-Fernández (2003), los incendios pueden ser de baja, moderada o alta intensidad. Los incendios de baja intensidad son aquellos que alcanzan temperaturas en superficie de 100 a 250°C y 100°C a los 2cm de profundidad. Los incendios de intensidad moderada alcanzan los 300 a 400°C en superficie, 200 a 300°C a los 2cm de profundidad y 60 a 80°C a los 3cm de profundidad. Los incendios de alta intensidad alcanzan los 500 a 700°C en superficie y 350 a 450°C a 2cm de profundidad. De acuerdo con nuestros resultados, las semillas de zarzamora en superficie perderán su viabilidad tanto en incendios de baja como de moderada o alta intensidad. Los incendios de baja intensidad no afectarían la viabilidad de las semillas de zarzamora si forman bancos a más de 3cm de profundidad. Mientras que los incendios de intensidad moderada podrían llegar a disminuir el banco de semillas en un 63% si la temperatura alcanza los 80°C a los 3cm de profundidad.

Las bajas temperaturas no parecen afectar considerablemente a las semillas de zarzamora. Solo temperaturas menores a -11°C durante más de 7 días podrían llegar a afectar el banco de semillas disminuyendo el mismo en un 46%. Teniendo en cuenta que *R. ulmifolius* posee una elevada producción de semillas, esta disminución podría considerarse como significativa principalmente para aquellas semillas que han llegado a nuevas áreas abiertas a la colonización.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, podemos concluir que *R. ulmifolius* posee semillas altamente resistentes tanto a las bajas como a las altas temperaturas y a la endozoocoria por aves. Sin embargo, dichas semillas poseen un escaso poder germinativo ya que no germinaron bajo ningún tratamiento al cabo de 20 meses en condiciones favorables de luz, temperatura y humedad. Por otro lado, podemos inferir que la invasión que se observa actualmente por zarzamora en las sierras de Córdoba - Argentina se debería principalmente a su estrategia de reproducción vegetativa y no a la alta producción de semillas. Sin embargo, la interacción mutualista que establece zarzamora con las aves podría explicar su llegada a nuevas áreas abiertas a la colonización, ya que las semillas permanecen viables en las fecas y podrían germinar cuando las condiciones les sean favorables.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNRC por el apoyo financiero para la realización del presente trabajo.

## ÉTICA, CONFLICTO DE INTERESES Y DECLARACIÓN DE FINANCIAMIENTO

Declaramos haber cumplido con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la preparación de este documento; que no hay conflictos de interés de ningún tipo, y que todas las fuentes financieras se detallan plena y claramente en la sección de agradecimientos. Asimismo, estamos de acuerdo con la versión editada final de esta publicación. El respectivo documento legal firmado se encuentra en los archivos de la revista.

Ambos autores hemos contribuido en cada paso de la preparación y aprobación final del manuscrito.

## REFERENCIAS

- Alba-Lynn C., & Hen, S. (2010). Potential for ants and vertebrate predators to shape seed-dispersal dynamics of the invasive thistles *Cirsium arvense* and *Carduus nutans* in their introduced range (North America). *Plant Ecology*, 210, 291-301. <https://doi.org/10.1007/s11258-010-9757-2>
- Alexander J.M., & D'Antonio, C. (2003). Seed bank Dynamics of French Broom. In Coastal California grasslands: effects Of Stand Age and prescribed burning on control and Restoration. *Restoration Ecology*, 11(2), 185-197. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.2003.00169.x>
- Cabrera, A. L. (1976). Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería: Regiones fitogeográficas Argentinas. Editorial Acme.
- Carballas-Fernández, T. (2003). Los incendios forestales. En J. J. Casares (Ed.), *Reflexiones sobre el medio ambiente en Galicia* (pp. 363-415). Consellería de Medio Ambiente Centro de Desenvolvemento Sostible.
- Cottrell, H. J. (1947). Tetrazolium salt as a seed germination indicator. *Nature*, 159, 748. <https://doi.org/10.1038/159748a0>
- D'Antonio, C.M., & Vitousek, P.M. (1992). Biological Invasions B Exotic Grasses, The Grass/Fire Cycle, And Global Change. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23, 63-87.
- D'Antonio, C.M. (2000). Fire, plant Invasions, And Global Changes. In H. A. Mooney & R.J. Hobbs (Eds.), *Invasive Species in a Changing World* (65-95). Island Press.
- Giorgis, M. A., Tecco, P. A., Marcora, P., Cingolani, M., Paiaro, V., & Renison, D. (2006). *Las invasiones biológicas y su problemática ambiental – Manual para docentes*. CONICET.
- Jordano, P. (1984). Seed weight variation and differential avian dispersal in blackberries. *Oikos*, 43(2), 149-153. <https://doi.org/10.2307/3544762>
- Lodge, D.M., & Sgrader-Frechette, K. (2002). Nonindigenous Species: Ecological Explanation, Environmental Ethics & Public Policy. *Conservation Biology*, 17(1), 31-37. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.02366.x>
- Mackay, D. B. (1972). The measurement of viability. In E. H. Roberts (Ed.) *Viability of seeds* (pp. 172-208). Chapman and Hall.
- Mack, M.C., & D'Antonio, C.M. (1998). Impacts of Biological Invasions on Disturbance Regimes. *Trends in Ecology and Evolution*, 13(5), 195-198. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(97\)01286-X](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(97)01286-X)

- Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Evans, H., Clout, M., & Bazzaz, F.A. (2000). Biotic Invasions: Causes, Epidemiology, Global Consequences and Control. *Ecological Applications*, 10(3), 689-710. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[0689:BICEGC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[0689:BICEGC]2.0.CO;2)
- Traveset, A., Riera, N., & Mas R.E. (2001). Passage through bird guts causes interspecific differences in seed germination characteristics. *Functional ecology*, 15(5), 669-675. <https://doi.org/10.1046/j.0269-8463.2001.00561.x>
- Traveset, A., & Richardson, D.M. (2006). Biological Invasions as disruptors of Plant-Animal Reproductive Mutualisms. *Trends in Ecology and Evolution*, 21(4), 208-216. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.01.006>
- Wada S., & Reed B.M. (2011). Optimized scarification protocols improve germination of diverse *Rubus* germplasm. *Scientia Horticulturae*, 130(3), 660-664.
- Walker, B., & Steffen, W. (1997). An overview of the implications of global change for natural and managed terrestrial ecosystems. *Conservation Ecology*, 1(2), 1-18. <http://www.jstor.org/stable/26271662>
- Williamson, M. (1999). Invasions. *Ecography*, 22(1), 5-12. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1999.tb00449.x>
- Zasada, J.C., & Tappeiner, J.C. (2003). *Rubus* L. The Woody Plant Seed Manual U.S.D.A. Forest Service, 162, 9-1638.

## APÉNDICE

### TABLA 1

Diseño experimental para evaluar la germinación de las semillas de zarzamora proveniente de los frutos y sometidas a calor de 80 y 100°C

| Tratamientos             | Bandeja 1   | Bandeja 2   | Bandeja 3   |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Control                  | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |
| Calor 3 minutos a 80° C  | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |
| Calor 2 minutos a 100° C | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |

### TABLA 2

Diseño experimental para evaluar la viabilidad de las semillas de zarzamora proveniente de los frutos y las sometidas a calor de 60°, 80° y 100°C

| Tratamientos            | Bandeja 1   | Bandeja 2   | Bandeja 3   |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Control                 | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |
| Calor 3 minutos a 60°C  | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |
| Calor 3 minutos a 80°C  | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |
| Calor 2 minutos a 100°C | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |

### TABLA 3

Diseño experimental para evaluar la germinación de las semillas de zarzamora proveniente de las de los frutos y sometidas a temperaturas de 5°C durante 1, 4, 7 y 14 días y a -11°C durante 7 días.

| Tratamientos        | Bandeja 1   | Bandeja 2   | Bandeja 3   |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| Control             | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |
| Frio 1 día a 5° C   | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |
| Frio 4 días a 5° C  | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |
| Frio 7 días a 5° C  | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |
| Frio 14 días a 5° C | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |
| Frio 7 días a -11°C | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |

### TABLA 4

Diseño experimental para evaluar la viabilidad de las semillas de zarzamora proveniente de los frutos y las sometidas a temperaturas de 5°C y -11°C durante 1, 4, 7 y 14 días y 1 y 7 días respectivamente

| Tratamientos         | Bandeja 1   | Bandeja 2   | Bandeja 3   |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| Control              | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |
| Frio 1 día a 5° C    | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |
| Frio 4 días a 5° C   | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |
| Frio 7 días a 5° C   | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |
| Frio 14 días a 5° C  | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |
| Frio 1 día a -11° C  | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |
| Frio 7 días a -11° C | 50 semillas | 50 semillas | 50 semillas |

**TABLA 5**

Prueba de la T para muestras independientes (ns: diferencia no significativa).

| Tratamientos          | Control                 | Frio 1 día 5°C           | Frio 4 días 5°C          | Frio 7 días 5°C          | Frio 14 días 5°C        | Frio 1 día 11°C         | Frio 7 días 11°C        | Calor 2 minutos 100°C   | Calor 3 minutos 60°C    | Calor 3 minutos 80°C |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| Control               | X                       |                          |                          |                          |                         |                         |                         |                         |                         |                      |
| Frio 1 día 5°C        | T: 3.5<br>P:0.025<br>*  | X                        |                          |                          |                         |                         |                         |                         |                         |                      |
| Frio 4 días 5°C       | ns                      | ns                       | X                        |                          |                         |                         |                         |                         |                         |                      |
| Frio 7 días 5°C       | ns                      | ns                       | ns                       | X                        |                         |                         |                         |                         |                         |                      |
| Frio 14 días 5°C      | T: 3.5<br>P:0.025<br>*  | ns                       | ns                       | ns                       | X                       |                         |                         |                         |                         |                      |
| Frio 1 día 11°C       | T: 6.5<br>P:0.029<br>*  | T: 3.2<br>P: 0.03<br>*   | T:2.95<br>P:0.042<br>*   | ns                       | T: 3.2<br>P:0.033<br>*  | X                       |                         |                         |                         |                      |
| Frio 7 días 11°C      | T: 7.7<br>P 0.016<br>*  | T: 5.3<br>P: 0.06<br>*   | T: 4.7<br>P:0.0097<br>*  | T: 5.7<br>P: 0.046<br>*  | T: 5.3<br>P:0.006<br>*  | T: 3.0<br>P:0.039<br>*  | X                       |                         |                         |                      |
| Calor 2 minutos 100°C | T: 41<br>P:0.0006<br>*  | T: 41.2<br>P:0.0006<br>* | T: 18.7<br>P: 0.028<br>* | T: 32.9<br>P:0.0009<br>* | T: 41.2<br>P:0.006<br>* | T: 36.7<br>P:0.007<br>* | T: 17.7<br>P:0.032<br>* | X                       |                         |                      |
| Calor 3 minutos 60°C  | T: 3.27<br>P: 0.03<br>* | ns                       | ns                       | ns                       | ns                      | ns                      | ns                      | T: 31.2<br>P: 0.01<br>* | X                       |                      |
| Calor 3 minutos 80°C  | T: 17.0<br>P:0.001<br>* | T: 14.4<br>P:0.001<br>*  | T: 9.1<br>P:0.008<br>*   | T: 13.5<br>P:0.002<br>*  | T: 14.4<br>P:0.001<br>* | T: 11.2<br>P:0.004<br>* | T: 4.9<br>P:0.008<br>*  | T: 12.2<br>P:0.003<br>* | T: 20.8<br>P: 0.03<br>* | X                    |