

---

## Artículos

Evaluación del efecto de las temperaturas de almacenamiento sobre los parámetros de vigor en semillas de *Neltuma caldenia* Burkart

**Ab Intus**  
REVISTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA - UNRC

Evaluation of the effect of storage temperatures on vigor parameters in seeds of *Neltuma caldenia* Burkart

---

 **Marco Jesús Utello**

Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina  
mutello@ayv.unrc.edu.ar

**Alexis Osmar Genero**

Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina

**Marcela Alejandra Demaestri**

Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina

 **Juan Carlos Tarico**

Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina

 **José Omar Plevich**

Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina

**Ab intus FAV-UNRC**

vol. 7, núm. 14, e0148, 2024

Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina

ISSN-E: 2618-2734

Periodicidad: Semestral

abintus@ayv.unrc.edu.ar

Recepción: 10 Abril 2024

Aprobación: 08 Noviembre 2024

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14105426>

URL: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/820/8205116006/>

**Resumen:** Los bosques de "caldén" en el Distrito del Caldén, región fitogeográfica del Espinal, se encuentran muy modificados por el efecto de la explotación forestal, desmontes, incendios y el pastoreo excesivo. Para restaurar las áreas boscosas degradadas y/o la implantación de nuevas masas forestales o agroforestales es necesario disponer de fuentes que suministren material de propagación de calidad a través del tiempo. La producción de semillas en *Neltuma caldenia* es irregular afectada por factores climáticos y biológicos. Para reforzar la conservación in situ es conveniente implementar mecanismos de conservación estática o ex situ. Este estudio aborda la influencia en la germinación y vigor de semillas de *N. caldenia* de dos temperaturas de almacenamiento (-18 °C y 5 °C), comúnmente empleadas en bancos de germoplasmas, durante tres meses. Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado con seis repeticiones. Las semillas fueron colocadas en cámara de germinación a una temperatura de 30 °C. Los resultados mostraron que el almacenamiento a -18 °C favorece un mayor poder germinativo y velocidad de germinación en comparación con 5 °C ( $p < 0,05$ ). Además, se observó una menor frecuencia de hongos en el tratamiento a -18 °C. Estos hallazgos sugieren que la conservación a temperaturas más bajas no afecta negativamente la viabilidad de las semillas y puede controlar plagas, siendo una estrategia eficaz para la conservación ex situ. Es necesario profundizar en el efecto a largo plazo de estas temperaturas de almacenamiento.

**Palabras clave:** conservación, semillas ortodoxas, germinación, poder germinativo, banco de germoplasma.

**Abstract:** The "caldén" forests in the Caldén District, phytogeographic region of Espinal, are greatly modified by the effect of forestry exploitation, clearing, fires and excessive

---

## Notas de autor

mutello@ayv.unrc.edu.ar

---

grazing. To restore degraded forest areas and/or the implementation of new forest or agroforestry masses, it is necessary to have sources that supply quality propagation material over time. Seed production in *Neltuma caldenia* is irregular, affected by climatic and biological factors. To reinforce in situ conservation, it is convenient to implement static or ex situ conservation mechanisms. This study addresses the influence on the germination and vigor of *N. caldenia* seeds at two storage temperatures (-18 °C and 5 °C), commonly used in germplasm banks, for three months. A completely randomized experimental design with six repetitions was used. The seeds were placed in a germination chamber at a temperature of 30 °C. The results showed that storage at -18 °C favors greater germination power and germination speed compared to 5 °C ( $p < 0.05$ ). Furthermore, a lower frequency of fungi is observed in the treatment at -18 °C. These findings suggest that conservation at lower temperatures does not negatively affect seed viability and can control pests, being an effective strategy for ex situ conservation. It is necessary to delve deeper into the long-term effect of these storage temperatures.

**Keywords:** conservation, orthodox seeds, germination, germination power, germplasm bank.

## Introducción

Los bosques de “caldén” o caldenales constituyen la formación boscosa más austral de la región fitogeografía del Espinal conocido como Distrito del Caldén. La superficie boscosa actual es de 3.068.089 ha (MAyDS, 2020) y la estructura de las comunidades vegetales se encuentra muy modificada por el efecto de la explotación forestal, desmontes, incendios y el pastoreo excesivo (SAyDS, 2007). Para restaurar las áreas boscosas degradadas y/o la implantación de nuevas masas forestales o agroforestales es necesario disponer de fuentes que suministren material de propagación de calidad a través del tiempo.

En la mayoría de las especies pertenecientes al género *Neltuma*, se ha reportado una irregularidad en la producción de semillas, existiendo años de alta producción, contrastado con años de nula formación de vainas (Lell, 2005). No está claro cuáles son los factores que regulan la producción de frutos en estas especies, existen múltiples teorías como la época y cantidad de precipitaciones, temperaturas, humedades relativas en los meses de floración, población de insectos polinizadores, entre otros (Allione, 2016).

Para reforzar la conservación *in situ* es conveniente implementar mecanismos de conservación estática o *ex situ* (Verzino *et al.*, 2019), lo que posibilita el mantenimiento de la diversidad genética fuera de su hábitat natural y disponer de semillas que conserven sus atributos de calidad en los periodos en los cuales la formación de vainas es escasa, para asegurar un suministro constante y estable a los productores de plantines forestales.

Unos de los principales problemas en cuanto a la conservación de semillas de *Neltuma* es el ataque por Brúquidos. Conservar los frutos y semillas a bajas temperatura ha sido una estrategia para frenar el ataque de insectos. Una consigna que surge en estos casos es la influencia de las bajas temperaturas en la conservación de la viabilidad de los embriones.

Según las normas de FAO (2014) en colecciones de semillas del género *Neltuma* es recomendable que las muestras se almacenen entre 5 y 10 °C. Ensayos en *Neltuma chilensis* (Mol) Stuntz mostraron que bajo condiciones de almacenamiento a -18 °C, es posible mantener la viabilidad de las semillas por períodos superiores a 25 años (Verzino *et al.*, 2019). Por el contrario, mayores tiempos de almacenamiento a temperatura ambiente producen una disminución en el porcentaje de germinación en *Neltuma nigra* (Griseb.) (Mabel *et al.*, 2012). Otras experiencias mostraron que en *N. nigra* (Giamminola *et al.*, 2011) y *N. alba* (Spoljaric *et al.*, 2007) con el paso del tiempo y en diferentes condiciones de almacenamiento se modifican parámetros importantes que condicionan la calidad de las semillas, como son la energía, capacidad germinativa y el rasgo de mayor cambio fue el aumento de la presencia de microorganismos.

A pesar de la información disponible para algunas especies de *Neltuma*, hasta el momento no se reportan estudios en cuanto a la influencia de la temperatura de almacenamiento en semillas de *Neltuma caldenia* Burkart. El objetivo del siguiente trabajo fue aplicar dos temperaturas de almacenamiento, comúnmente empleadas en bancos de germoplasma, y evaluar los parámetros de vigor a los fines de determinar cuál es la manera más eficiente de almacenar dichas semillas en el tiempo.

## Materiales y métodos

Las semillas de *N. caldenia* para este ensayo fueron cosechadas en el año 2021 en la Reserva Natural Forestal Ralico (34°51'17.19" S 64° 50'33.38"O) aproximadamente a 23 km de la localidad de Villa Huidobro (Córdoba). La región se caracteriza climáticamente como semiárida en transición a subhúmeda de régimen monzónico. La temperatura media anual es de 16,6 °C. La precipitación media anual es de 893 mm (valores climatológicos 1981-2010 de las estadísticas del Servicio Meteorológico Nacional).

El ensayo se llevó adelante en el Laboratorio de Dasonomía de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Las semillas se extrajeron manualmente de las vainas maduras con el empleo de alicate. Los tratamientos fueron: a) conservación a 5 °C (FAO, 2014) y b) conservación a -18 °C (Verzino *et al.*, 2019), ambos por un periodo de tres meses. Luego se escarificaron con una lija 120° hasta provocar una hendidura para una correcta imbibición (ISTA, 2019). Realizada la escarificación, las semillas fueron colocadas en remojo en vasos con  $\frac{3}{4}$  de agua limpia para una imbibición uniforme, a continuación, se colocaron en cajas de Petri dispuestas sobre papel absorbente en lotes de 25 semillas. Se empleó papel ya que está presente en la rutina de análisis de varias especies (Fontana, 2014), permitiendo visualizar fácilmente el desarrollo de la raíz para una mejor evaluación de las plántulas. Las semillas fueron colocadas en cámara de germinación a una temperatura de 30 °C a lo largo del proceso de germinación. Se realizaron observaciones diarias de: semillas germinadas, embebidas, muertas, con presencia de hongos, y plántulas malformadas.

A partir de los datos de germinación, por medio de métodos analíticos, se elaboraron los siguientes índices de germinación:

*Porcentaje de germinación* [1] relaciona el número de semillas germinadas en relación con el total de semillas puestas en germinación,

$$PG = \frac{\sum n_i}{\text{total de semillas}} \times 100 \quad [1]$$

Donde PG: porcentaje de germinación, n: número de semillas germinadas el día i, t: total de semillas.

Existen diversos indicadores que permiten conocer con mayor detalle diferentes características del proceso de germinación en las semillas. Los índices de germinación son fórmulas en las que se trata de relacionar los diferentes parámetros de la germinación (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996).

*Velocidad de germinación*[2] (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996). Relación del número de semillas germinadas con el tiempo de germinación,

$$VG = \sum \left( \frac{n_i}{t_i} \right) \quad [2]$$

Donde VG: velocidad de germinación, n: número de semillas germinadas el día i, t: tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

*Coefficiente de velocidad*[3] (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996). Este índice se basa en el número de semillas germinadas inversamente relacionado con el tiempo y el número de semillas germinadas por día,

$$CV = \frac{\sum n_i}{\sum (n_i \times t_i)} \times 100 \quad [3]$$

Donde CV: coeficiente de velocidad, n: número de semillas germinadas el día i, t: número de días desde la siembra. Es una medida de la distribución de la germinación en el tiempo en relación con el número de semillas germinadas. Es el índice más comúnmente utilizado, sin embargo, no es estrictamente el valor de la velocidad, sino el recíproco del tiempo medio de germinación.

*Tiempo promedio de germinación*[4], resistencia a la germinación o inverso del coeficiente de velocidad (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996). Es una medida del tiempo promedio de germinación que necesitan las semillas para germinar,

$$TPG = \frac{\sum(n_i \times t_i)}{\sum n_i} \quad [4]$$

Donde TPG: tiempo promedio de germinación, t<sub>i</sub>: número de días después de la siembra, n: número de semillas germinadas el día i.

*Índice de germinación*[5] (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996). Utiliza la misma fórmula que en el caso anterior, pero lo relaciona con el número de semillas sembradas,

$$IG = \frac{\sum(n_i \times t_i)}{N} \quad [5]$$

Donde IG: índice de germinación, n: número de semillas germinadas el día i, t: número de días después de la siembra y N: total de semillas sembradas.

*Factor de uniformidad* [6] (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996). Este factor se propone como una medida de la varianza en el tiempo de germinación o de la germinación en el tiempo,

$$U = \frac{\sum[(g - \sum t_i)^2 n_i]}{\sum n_i - 1} \quad [6]$$

Donde U: factor de uniformidad, g: tiempo promedio de germinación, t<sub>i</sub>: número de días después de la siembra, n<sub>i</sub>: número de semillas germinadas el día i.

Diseño experimental y análisis estadístico. Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado con seis repeticiones. Se colocaron las 150 semillas para cada tratamiento, en cajas de Petri en 6 lotes de 25 semillas. Los índices de germinación fueron tratados mediante análisis de la varianza (ANOVA) y para la comparación de medias se empleó el test de DGC (0,05 %). Para los análisis estadísticos se empleó el software estadístico Infostat (Di Rienzo, 2018).

## Resultados

El poder germinativo (PG) acumulado fue estadísticamente mayor en el tratamiento conservado a -18 °C (p = 0,009) respecto a la conservación sobre cero (Tabla 1).

Tabla 1  
Índices de germinación para tratamiento de conservación en N caldenia

Tratamiento	PG	SCH	Gmalfo	VG	CV	IG	TPG	U
Caldén Heladera (5 °C)	82,67 a	2,67 ns	1,67 ns	5,18 a	50 ns	2,02 ns	1,65 ns	4,2 ns
Caldén Frízer (-18 °C)	92,67 b	1,33 ns	0,33 ns	5,82 b	49 ns	2,08 ns	1,93 ns	3,9 ns
P	0,009	0,103	0,067	0,007	0,756	0,675	0,103	0,708
R2	0,51	0,24	0,30	0,52	0,01	0,02	0,24	0,01

PG: porcentaje de germinación, SCH: porcentaje de semillas con hongos, Gmalfo: porcentaje de germinación con malformaciones, VG: velocidad de germinación, CV: coeficiente de velocidad de germinación, IG: índice de germinación, TPG: tiempo promedio de germinación, U: factor de uniformidad. P: probabilidades límites en ANOVA. R2: coeficiente de determinación. Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas (DGC,  $P < 0,05$ ).

En relación con los índices de germinación evaluados solo la Velocidad de Germinación (VG) para el tratamiento de conservación a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  fue significativamente superior respecto al tratamiento conservado a  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Tabla 1). En términos relativos, las semillas de *N. caldenia* conservadas en frízer germinaron un 12,4 % más rápido que aquellas que fueron conservadas en heladera. No se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos en relación con el Coeficiente de Velocidad de Germinación, Índice de germinación, Tiempo Promedio de Germinación y Factor de Uniformidad ( $p > 0,05$ ).

En el caso de la aparición de hongos no se observó una diferencia significativa ( $p = 0,10$ ) en la carga fúngica media entre tratamientos. Sin embargo, evaluadas desde un punto de vista de la frecuencia, en las 6 cápsulas de Petri con semillas conservadas a  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , al menos una semilla presentó hongos (frecuencia = 100 %). En cambio, en el tratamiento a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dos cápsulas no presentaron presencia de hongos, dando una frecuencia del 66 %.

## Discusión

Un estudio donde se evaluó el efecto de distintas temperaturas de almacenamiento de *N. nigra* y *Ziziphus mistol* (Giamminola *et al.*, 2011), por un periodo igual a esta experiencia (3 meses), los autores no encontraron diferencias en el poder germinativo, pero sí en el tiempo medio de germinación de *N. nigra*, el cual presenta un aumento significativo cuando las semillas son almacenadas a temperatura ambiente. En esta experiencia la aplicación de dos temperaturas de almacenamiento en *N. caldenia* no modificó significativamente el tiempo medio de germinación, pero sí el poder germinativo acumulado y la velocidad de germinación, donde se ven favorecidas las semillas conservadas a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  respecto a las conservadas a  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Spoljaric *et al.*, (2007) en *N. alba* demuestran que con el paso del tiempo el rasgo de mayor cambio fue el aumento de la presencia de microorganismos. Es conocido que las bajas temperaturas son capaces de controlar enfermedades fúngicas y plagas. El género *Neltuma* es atacado por insectos (Brúquidos) los cuales producen galerías en las vainas y semillas. Estos no se controlan totalmente a temperaturas sobre cero de  $4$  a  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$  y menos aún a temperatura ambiente. En esta experiencia no se observaron ataques de plagas en los tratamientos de conservación aplicados. En el caso de hongos, se observa un aumento de la frecuencia en las cajas de Petri con semillas procedentes de conservación a mayor temperatura ( $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Dicha tendencia se alinea con lo reportado por Verzino *et al.*, (2019) quienes demostraron que bajo condiciones de almacenamiento a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  es posible hacer un control más efectivo de plagas y enfermedades y, además, mantener la viabilidad de las semillas por períodos superiores a 25 años.

## Conclusión

Se concluye que la temperatura de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  mejora la conservación de las semillas de *N. caldenia* en cuanto al poder germinativo y la velocidad de germinación en comparación a cuando las semillas son conservadas a temperaturas sobre cero.

Por otra parte, no se observaron cambios significativos en los demás índices evaluados, por consiguiente, se pueden aprovechar las bondades de las bajas temperaturas para el control de plagas y posiblemente hongos.

Es necesario profundizar en el estudio del efecto de dichas temperaturas de conservación por periodos más prolongados, superiores a un año, y en lo posible su respuesta en condiciones de vivero.

## Referencias bibliográficas

- Allione, L. (2016). Impacto de cambios climáticos y ambientales en el crecimiento y la respuesta fisiológica de *Prosopis caldenia* (Burkart).
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada, M., Robledo, C.W. (2018). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- FAO. (2014). Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. 181.
- Fontana, L., Pérez, V., Luna, C. (2014). Efecto de tratamientos pre-germinativos sobre los parámetros de vigor en semillas de *Prosopis alba* de diferentes procedencias geográficas. Reunión de comunicación científica, técnica y de extensión de la Facultad de Ciencias Agrarias. Corrientes, Argentina.
- Giamminola, E.M., Morandino, M.N., Leonor de Viana, M. (2012). Respuesta a la desecación y a la temperatura de almacenamiento del germoplasma de *Prosopis nigra* (Grisebach) Hieron y *Ziziphus mistol* Griseb. *Revista Gestión y Ambiente* 15(1) 19-25.
- González-Zertuche, L. y Orozco-Segovia, A. (1996). Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 58: 15-30. doi: 10.17129/botsoci.1484
- ISTA. (2019). International rules for seed testing. *The International Seed Testing Association*. Bassersdorf, Suiza.
- Lell, J. (2005). El caldenal una visión panorámica del mismo enfatizando en su uso. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa, Ecología y manejo de los bosques de Argentina. La Pampa. Argentina.
- Mabel, G.E., Nahuel, M.M., Leonor, V.M. (2012). Respuesta a la desecación y a la temperatura de almacenamiento del germoplasma. *Gestión y Ambiente* 15: 19-25.
- MAyDS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación). (2020). Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos: informe Espinal y Delta e Islas del río Paraná: primera revisión. Buenos Aires: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación. 144p.
- SAyDS (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación Argentina). (2007). Primer inventario nacional de bosques nativos: informe regional espinal, segunda parte. 1ª ed BA. 154p.
- Spoljaric, M.V. y Ojeda, A.D. (2007). Evaluación de parámetros de calidad en semillas de *Prosopis alba* griseb *leguminosae* almacenadas en cámara de frío del banco de germoplasma del INTA Sáenz Peña.
- Verzino, G.E., Frassoni, J.E., Joseau, M.J., Clausen, G., Navarro, C. (2019). Conservación *ex situ*, *circa situ* e *in situ* realizada por el Banco Nacional de Germoplasma de *Prosopis*, Córdoba, Argentina. *Nexo agropecuario*, 7(1), 46-52.



**Disponible en:**

<https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/820/8205116006/8205116006.pdf>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe,  
España y Portugal  
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la  
naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

Marco Jesús Utello, Alexis Osmar Genero,  
Marcela Alejandra Demaestri, Juan Carlos Tarico,  
José Omar Plevich

**Evaluación del efecto de las temperaturas de  
almacenamiento sobre los parámetros de vigor en  
semillas de *Neltuma caldenia* Burkart**

Evaluation of the effect of storage temperatures on vigor  
parameters in seeds of *Neltuma caldenia* Burkart

*Ab intus FAV-UNRC*

vol. 7, núm. 14, e0148, 2024

Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina

[abintus@ayv.unrc.edu.ar](mailto:abintus@ayv.unrc.edu.ar)

**ISSN-E:** 2618-2734

**DOI:** <https://doi.org/10.5281/zenodo.14105426>



**CC BY-NC 4.0 LEGAL CODE**

**Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0  
Internacional.**