

EFEECTO DE LA TEMPERATURA Y LA LUZ EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE DOS LEGUMINOSAS

EFFECT OF TEMPERATURE AND LIGHT ON SEED GERMINATION OF TWO LEGUMES

Autores: Yanier Acosta Fernández¹

<https://orcid.org/0000-0001-7017-0556>

Lina Qadir Ahmed²

<https://orcid.org/0000-0001-8411-2699>

Carlos Armando Mazorra Calero³

<https://orcid.org/0000-0002-3431-9824>

Dayamí Fontes Marrero³

<https://orcid.org/0000-0001-6573-4732>

Institución: ¹Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Centro de Bioplanta, Cuba.

²Unité de Recherche Pluridisciplinaire Pairies et Plantes Fourragères, INRAE, Le Chêne - Lusignan, France.

³Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cuba.

Correo electrónico: yacfdez@gmail.com

ahmedlin.inra16@gmail.com

mazorrablanco1995@gmail.com

dayami.fontes@gmail.com

RESUMEN

La principal vía de propagación de las leguminosas forrajeras es a través de la semilla botánica, por lo que conocer los requerimientos necesarios (temperatura y luz) durante la germinación resulta indispensable para garantizar altos porcentajes de germinación en las semillas de estas especies. El objetivo de esta investigación es determinar los requerimientos de temperatura y luz (fotoperiodos) necesarios para alcanzar altos porcentajes de germinación en las semillas de *Teramnus labialis* (L.f.) Spreng, cv. "Semilla Oscura" y *Neonotonia wightii* (Wight & Ann), cvs. "Tinaroo" y "Copper". Se estudiaron ocho temperaturas constantes (10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 45°C) y cinco fotoperiodos diferentes (0/24, 6/18, 12/12, 18/6 y 24/0; horas luz/oscuridad). Las semillas de *T. labialis* mostraron su mayor capacidad de germinación entre 25 y 35°C,

mientras que en las semillas de *N. wightii* se obtuvieron entre 20°C y 30°C. Para *T. labialis* a 40°C no se observó germinación, mientras que para los cultivares de *N. wightii* cesó a 35°C. La temperatura de germinación óptima para las semillas de *T. labialis* y *N. wightii* fueron 30°C y 25°C respectivamente. La temperatura de germinación óptima para las semillas de *T. labialis* y *N. wightii* fue de 30°C y 25°C respectivamente. Las semillas de las dos especies se pueden clasificar como no fotoblásticas debido a que la luz (fotoperíodo) no afectó la capacidad de germinación.

Palabras clave: Fotoblástica, Germinación, *Neonotonia wightii*, *Teramnus labialis*.

ABSTRACT

The main route of propagation of forage legumes is through botanical seeds, so knowing the necessary requirements (temperature and light) during germination is essential to guarantee high germination percentages in the seeds of these species. The objective of this research is to determine the temperature and light requirements (photoperiods) necessary to achieve high germination percentages in the seeds of *Teramnus labialis* (L.f.) Spreng, cv. "Semilla Oscura" and *Neonotonia wightii* (Wight & Ann), cvs. "Tinaroo" and "Copper". Eight constant temperatures (10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 and 45°C) and five different photoperiods (0/24, 6/18, 12/12, 18/6 and 24/0; light hours / darkness) was studied. *T. labialis* seeds showed their highest germination capacity between 25 and 35°C, while *N. wightii* seeds were obtained between 20°C and 30°C. No germination was observed for *T. labialis* at 40°C, while for *N. wightii* cultivars it ceased at 35°C. The optimum germination temperature for *T. labialis* and *N. wightii* seeds were 30°C and 25°C respectively. The seeds of the two species can be classified as non-photoblastic because the light (photoperiod) did not affect the germination capacity.

Keywords: Germination, *Neonotonia wightii*, Photoblastic, *Teramnus labialis*

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas (*Fabaceae* o *Leguminosae*) representan la segunda familia más importante de las plantas cultivadas después de las *Poaceae* (Azani *et al.*, 2017). Además, estos autores la sitúan con una distribución cosmopolita, incluyendo las zonas áridas, las montañosas, las sabanas, las tierras bajas e incluso en ecosistemas acuáticos. Uno de los centros de mayor distribución de las leguminosas forrajeras se extiende desde México y el Caribe, hasta el norte de Argentina donde se pueden observar numerosas especies de los géneros *Arachis*, *Centrosema*, *Clitoria*,

Desmodium, *Devaux*, *Macroptilium*, *Neonotonia*, *Stylosanthes* y *Zornia* (Díaz *et al.*, 2012).

Dentro de los géneros anteriormente mencionados, dos de las especies más estudiadas en Cuba y en especial en la provincia de Ciego de Ávila son, *Teramnus labialis* (L.f.) Spreng y *Neonotonia wightii* (Wight & Ann) (Fontes *et al.*, 2008; Acosta *et al.*, 2020a; Acosta *et al.*, 2020c; Mazorra *et al.*, 2020). A pesar de ello el uso de estas especies se dificulta, debido en gran medida, al bajo porcentaje de germinación que presentan sus semillas como consecuencia de la impermeabilidad de la testa (Acosta *et al.*, 2020b; Acosta *et al.*, 2020c). En muchas especies, después de eliminada la impermeabilidad de las semillas, estas pueden germinar bajo un amplio rango de temperaturas y condiciones de luz (Sánchez *et al.*, 2017).

En ese sentido, es válido mencionar que la temperatura y la luz (fotoperiodo) son dos factores externos que influyen en la germinación de las semillas (Carrera *et al.*, 2020) y afectan el establecimiento de cualquier especie. La germinación de una semilla se produce dentro de un rango determinado de temperatura, donde es posible identificar: la temperatura mínima, la óptima y la máxima de germinación (Damasceno *et al.*, 2018; Barros *et al.*, 2020). En cuanto al requerimiento de la luz en el proceso de germinación según reportes de Damasceno *et al.* (2018), las semillas de algunas especies son fotoblásticas positivas (germinan sólo a la luz), otras fotoblásticas negativas (sólo en la oscuridad) y otras no fotoblásticas (la luz no interfiere con el proceso de germinación).

Por ello, teniendo en consideración lo anteriormente mencionado esta investigación tiene como objetivo determinar los requerimientos de temperatura y luz (fotoperiodos) necesarios para alcanzar altos porcentajes de germinación en las semillas de *T. labialis* (L.f.) Spreng, cv. "Semilla Oscura" y *N. wightii* (Wight & Ann), cvs. "Tinaroo" y "Copper".

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Las semillas fueron recolectadas en el año 2017 de 50 plantas de cada una de las especies anteriormente mencionadas, cultivadas en la provincia de Ciego de Ávila, Cuba (21° 50' 25.10"N, 78° 45' 32.24"W). El contenido de humedad de las mismas en base a la masa fresca fue de 10,88 % para *T. labialis*, 9,61 % y 10,11 % en *N. wightii* cvs. "Tinaroo" y "Copper" respectivamente. La viabilidad fue de 94 % para las semillas

de *T. labialis*, mientras que para las de *N. wightii*, del 92 % en el cultivar “Tinaroo” y de 90 % en “Copper”.

Efecto de la temperatura en la germinación de las semillas

Para determinar el efecto de la temperatura en la germinación de las semillas se utilizaron ocho temperaturas constantes diferentes (10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 45°C). Para cada temperatura, se utilizaron cuatro repeticiones de 25 semillas por cultivar (n=4) que se escarificaron mecánicamente (corte en la región opuesta al hilo) y posteriormente se depositaron en placas Petri sobre papel de filtro humedecido (5 mL de agua destilada). Las placas Petri se colocaron en una cámara pregerminativa de ambiente controlado (R-TOP-D, Series), 80 % de humedad relativa y un fotoperiodo de 12 h luz/12 h oscuridad. Durante 28 días se realizaron lecturas diarias de semillas germinadas tomando como criterio la emergencia de la radícula (≥ 2 mm) (ISTA, 2016). Al finalizar el ensayo de germinación se contaron las semillas que no germinaron y se vieron afectadas por necrosis del tejido, denominándolas semillas muertas.

Efecto de la luz en la germinación de las semillas

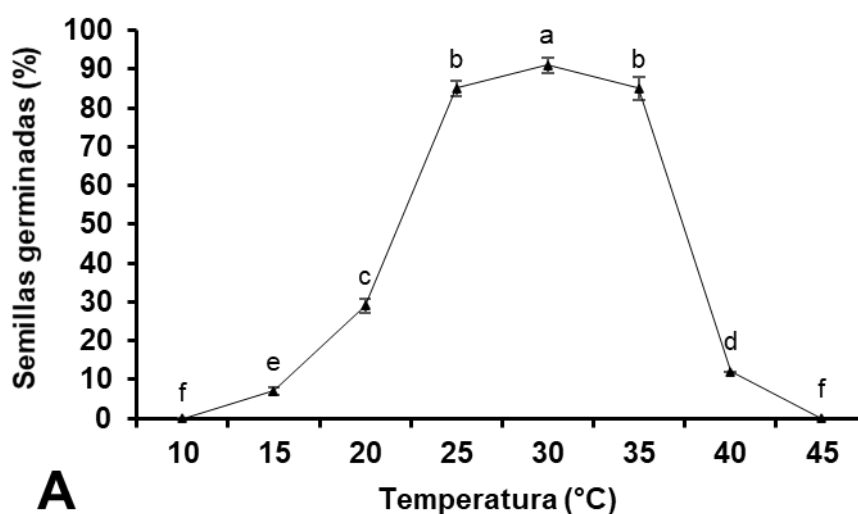
Para determinar el efecto de la luz en la germinación de las semillas se utilizaron cinco fotoperiodos diferentes (0/24, 6/18, 12/12, 18/6 y 24/0; horas luz/horas oscuridad). Para cada fotoperiodo, se utilizaron cuatro repeticiones de 25 semillas que se escarificaron mecánicamente (corte en la región opuesta al hilo) y posteriormente se depositaron en placas Petri sobre papel de filtro humedecido (5 mL de agua destilada). Éstas se colocaron en una cámara pregerminativa de ambiente controlado (R-TOP-D, Series) a 80 % de humedad relativa y a la temperatura óptima de germinación para cada cultivar (ISTA, 2016). Durante 28 días se realizaron lecturas diarias de semillas germinadas tomando como criterio la emergencia de la radícula (≥ 2 mm).

Procesamiento estadístico de los resultados

Todos los resultados fueron analizados con el utilitario *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS para Windows, versión 23.1, Copyright SPSS Inc., New York, NY). Se comprobó el ajuste a la distribución normal de los datos (*Kolmogorov-Smirnov*) y la homogeneidad de las varianzas (*Levene*). Las medias fueron comparadas mediante la prueba paramétrica de análisis de varianza (ANOVA, simple, $P \leq 0.05$). Los datos fueron transformados para el análisis mediante la siguiente fórmula: $y' = 2 \arccos((y / 100) - 0,5)$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje final de germinación, en los tres cultivares, se afectó significativamente al variar la temperatura (Figura 1). El mayor porcentaje de germinación (91 %) de las semillas de *T. labialis* fue a 30°C (Figura 1, A), mientras que las semillas de los dos cultivares de *N. wightii* germinaron en mayores porcentajes (89 %, Tinaroo y 86 %, Copper) a 25°C (Figura 1, B y C). La temperatura mínima a la que se registró germinación fue de 15°C, mientras la máxima fue de 40°C en las semillas de *T. labialis* y 35°C en *N. wightii*.



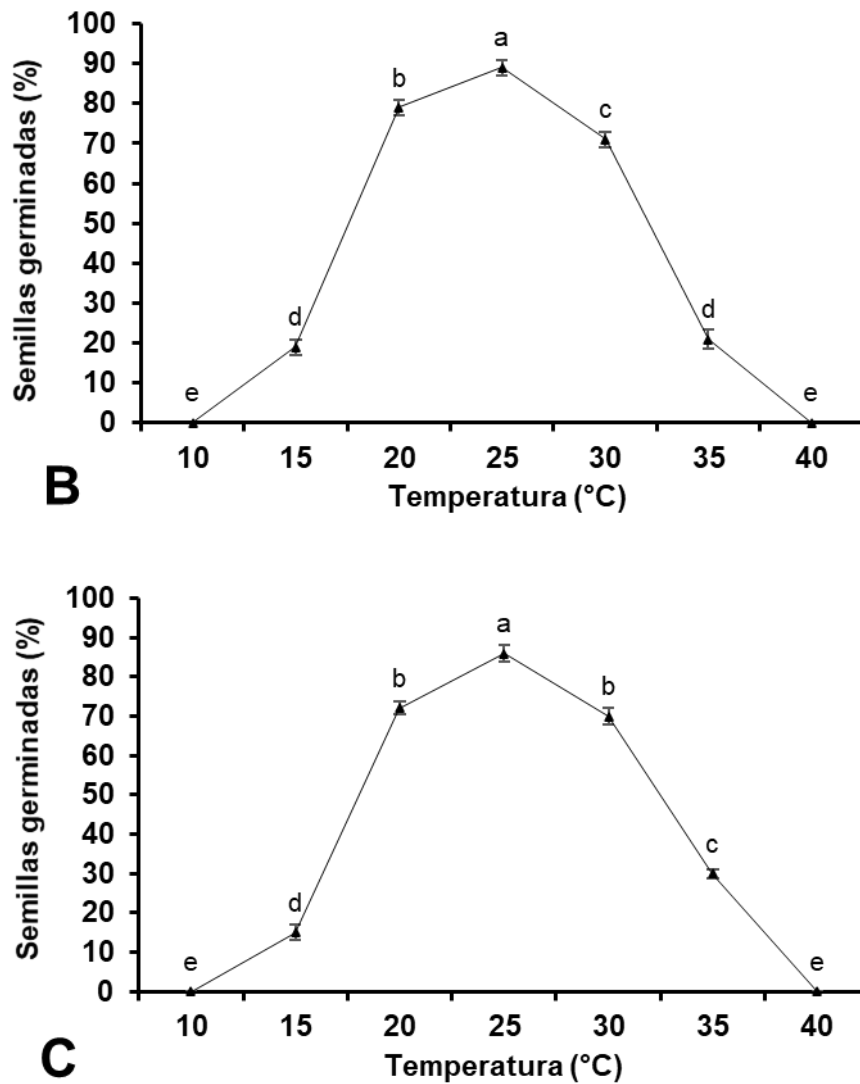


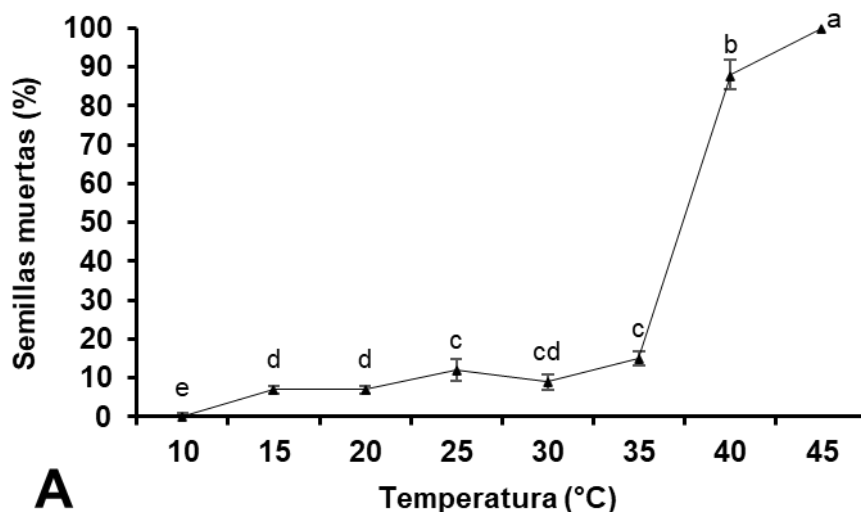
Figura 1. Porcentaje de semillas germinadas a diferentes temperaturas. **(A)** *T. labialis*, cv. "Semilla Oscura"; **(B)** *N. wightii*, cv. "Tinaroo"; **(C)** *N. wightii*, cv. "Copper". Resultados con letras desiguales son estadísticamente diferentes (ANOVA simple, $P \leq 0,05$; $n=4$). Las barras verticales indican media \pm error estándar.

Acorde a lo descrito por Lindo *et al.* (2017) y Marinoni *et al.* (2017) el rango de temperaturas en la que ocurre mayor germinación se asocia con las temperaturas típicas de la región y la época donde se siembran las especies; lo cual se pudiera interpretar como un rasgo adaptativo por parte de las especies al clima regional, de modo que la germinación se produzca en el momento del año en el cual las probabilidades de supervivencia de las plántulas son mayores; aspecto corroborado por Baskin *et al.* (1998) y Ghaleb *et al.* (2021). En el caso de las especies estudiadas, las épocas de siembra en Cuba se corresponden con temperaturas promedio que oscilan entre los 25-35°C (Menéndez, 1982; Santos *et al.*, 2015), lo que concuerda

con las temperaturas a las cuales se alcanzaron los mejores porcentajes de germinación en esta investigación.

A 10°C no se observaron semillas germinadas, esto puede que se deba a que las temperaturas bajas reducen las tasas de absorción de agua, así como la actividad metabólica, disminuyendo los procesos esenciales para la germinación, hasta que estos dejan de ocurrir (Caroca *et al.*, 2016; Ghaleb *et al.*, 2021). En la mayoría de las plantas, un aumento de la temperatura desde la mínima hasta la óptima incrementa el índice de germinación (Parmoon *et al.*, 2015), debido al incremento de la absorción de agua (Martínez *et al.*, 2018), la tasa metabólica y la translocación de reservas al eje embrionario (Nobre *et al.*, 2017).

Para *T. labialis* se apreció un incremento en el porcentaje de semillas muertas cuando la temperatura ascendió por encima de los 35°C, que llegó a ser del 100 % cuando la temperatura alcanzó los 45°C (Figura 2, A). Por su parte, los cultivares de *N. wightii* mostraron incrementos de semillas muertas cuando la temperatura superó los 25°C, alcanzando el 100 % de las mismas a 40°C para ambos cultivares (Figura 2, B y C). También pudo observarse que cuando la temperatura sobrepasó la óptima, hubo un decrecimiento de la germinación y un incremento en el porcentaje de semillas muertas hasta alcanzar el 100 % en las dos especies.



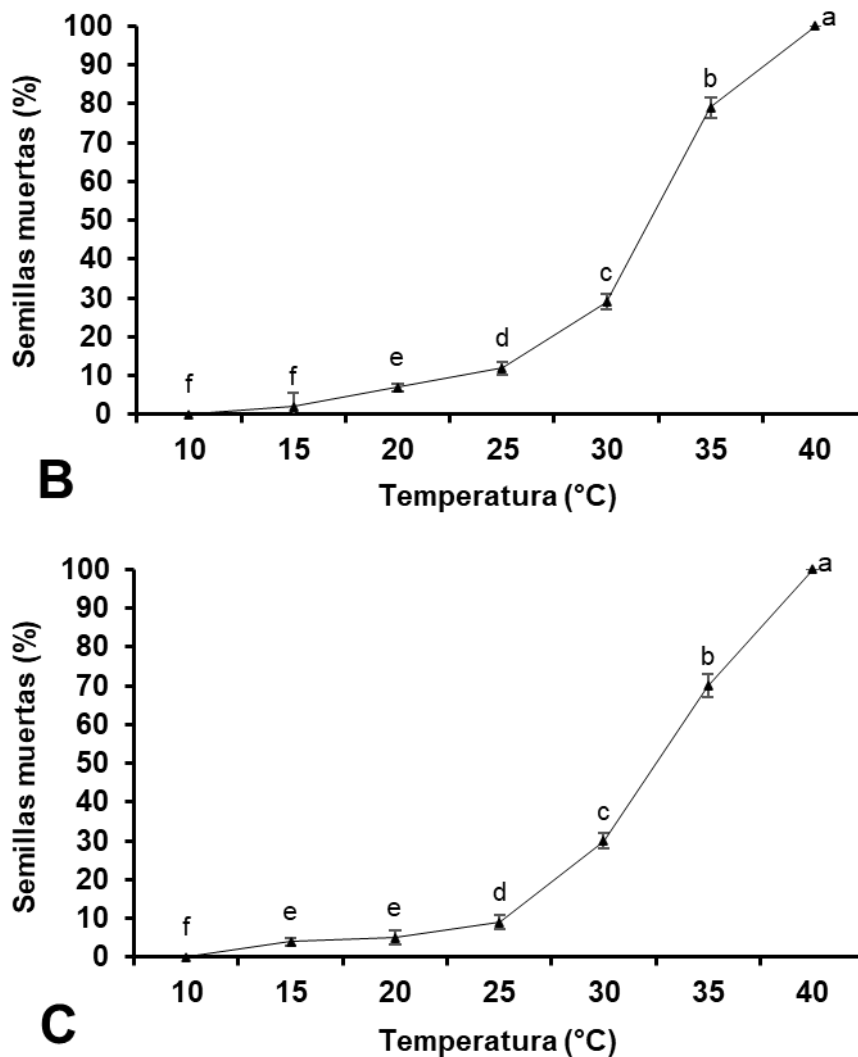
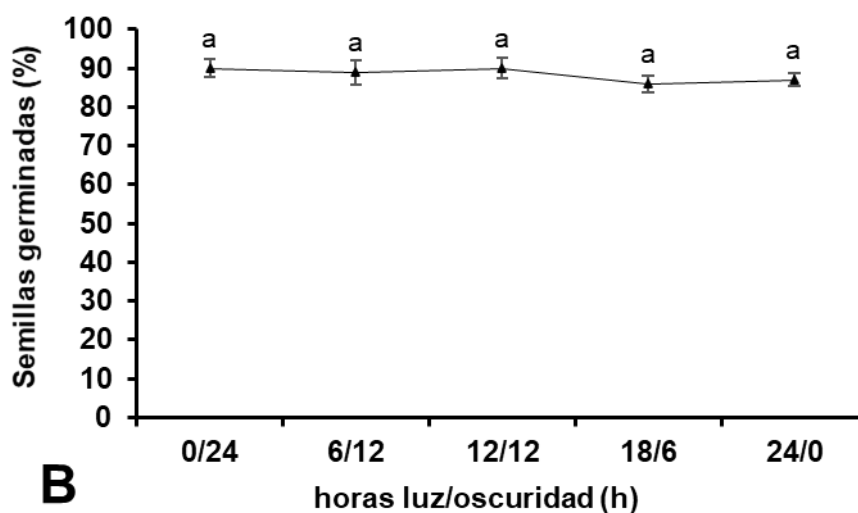
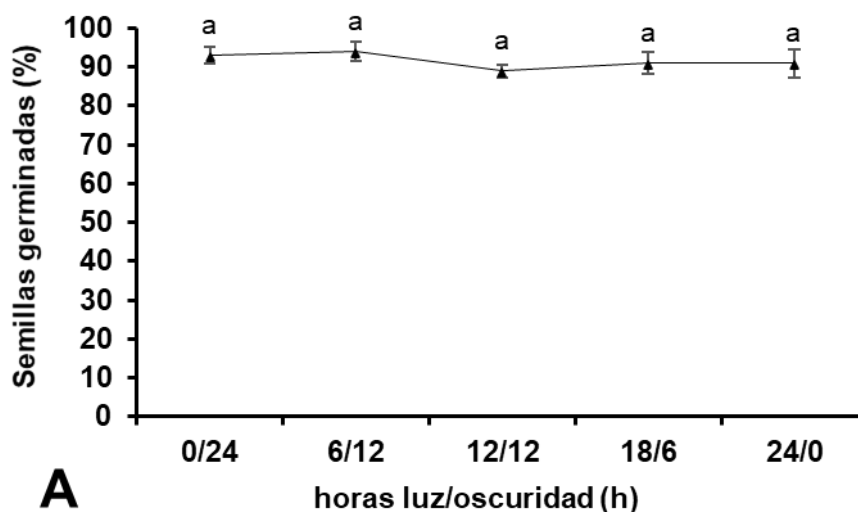


Figura 2. Porcentaje de semillas muertas a diferentes temperaturas. **(A)** *T. labialis*, cv. "Semilla Oscura"; **(B)** *N. wightii*, cv. "Tinaroo"; **(C)** *N. wightii*, cv. "Copper". Resultados con letras diferentes son estadísticamente diferentes (ANOVA simple, $P \leq 0,05$; $n=4$). Las barras verticales indican media \pm error estándar.

Al respecto Nobre *et al.* (2017) y Carrera *et al.* (2020) refieren que las temperaturas superiores a la óptima, ocasionan ruptura de las membranas celulares y la reducción o inhibición de la actividad enzimática, lo que afecta los procesos metabólicos que ocurren durante la germinación de las semillas (Butler *et al.*, 2014) conduciendo a la muerte del embrión, como sucedió en esta investigación para las dos especies.

Sin embargo, los fotoperiodos utilizados no mostraron evidencias de afectar la capacidad de germinación de las semillas de *T. labialis* (figura 3, A) y *N. wightii* (figura 3, B y C). Los porcentajes de germinación fueron estadísticamente iguales, tanto en presencia como en ausencia de luz, así como en alternancia de luz y oscuridad. Por lo tanto, las semillas de las especies estudiadas fueron indiferentes a los fotoperiodos

evaluados y pueden definirse como no fotoblásticas. Esta respuesta no condiciona el establecimiento de ambas especies de forma natural o inducida por el hombre y permite que la germinación ocurra, bajo la superficie del suelo o de la canopia generada por estos cultivares, como sucede en semillas no fotoblásticas de otras especies (Pearson *et al.*, 2002; Sánchez *et al.*, 2017).



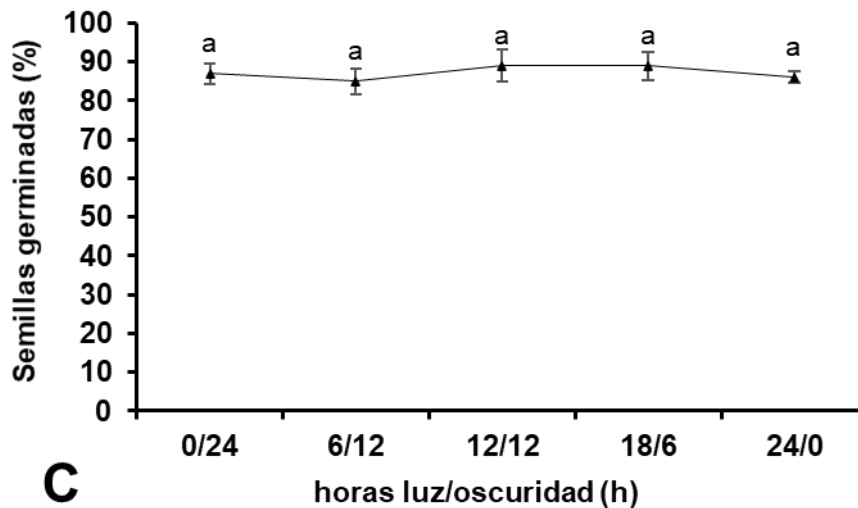


Figura 3. Porcentaje de semillas germinadas a diferentes fotoperíodos. **(A)** *T. labialis*, cv. “Semilla Oscura”; **(B)** *N. wightii*, cv. “Tinaroo”; **(C)** *N. wightii*, cv. “Copper”. Resultados con letras diferentes son estadísticamente diferentes (ANOVA simple, $P \leq 0,05$; $n=4$). Las barras verticales indican media \pm error estándar.

La germinación de las semillas de las especies estudiadas ocurrió bajo un amplio rango de temperaturas y fotoperíodos. Esto coincide con lo expresado por Baskin *et al.* (1998); Nosratti *et al.* (2018) y Sampayo *et al.* (2021) en relación a que las semillas germinan bajo amplias condiciones de luz y temperatura una vez que son escarificadas natural o artificialmente. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por varios investigadores en semillas con testa impermeable (Baskin *et al.*, 1998; Reino *et al.*, 2011; Sánchez *et al.*, 2017; Sánchez *et al.*, 2019; Yan y Chen, 2020).

CONCLUSIONES

La temperatura de germinación óptima para las semillas de *T. labialis* y *N. wightii* fue de 30°C y 25°C respectivamente, mientras que la temperatura de germinación mínima fue de 15°C para las dos especies. La temperatura máxima a la que se observó germinación fue de 40°C en las semillas de *T. labialis* y de 35°C en las de *N. wightii*, apreciándose un incremento en el porcentaje de semillas muertas que llegó al 100 % a 45°C en *T. labialis* y a 40°C en *N. wightii*. Las semillas de las dos especies se pueden clasificar como no fotoblásticas debido a que la luz (fotoperíodos) no afectó la capacidad de germinación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, Y. ... [et al.] (2020a). Perspectivas de *Teramnus labialis* (L.f.) Spreng para el desarrollo de sistemas agrícolas en Cuba. *Revista de Producción Animal*. Vol. 32, No. 3, pp. 79-87.

- ACOSTA, Y. ... [et al.] (2020b). Dormancy breaking in *Teramnus labialis* (Lf) Spreng seeds through liquid nitrogen exposure is based on the modification of the hilar region, cuticle, and macrosclereid. *Acta Physiologiae Plantarum*. Vol. 42, No. 9, pp. 1-7. doi:10.1007/s11738-020-03134-9.
- ACOSTA, Y. ... [et al.] (2020c). Cryo-exposure of *Neonotonia wightii* Wigth and Am seeds enhances field performance of plants. *Acta Physiologiae Plantarum*. Vol. 42, No. 1, pp. 1-6. doi: 10.1007/s11738-019-3010-y.
- AZANI, N. ... [et al.] (2017). A new subfamily classification of the *Leguminosae* based on a taxonomically comprehensive phylogeny: *The Legume Phylogeny Working Group*. *Taxon*. Vol. 66, No. 1, pp. 44-77. doi: 10.12705/661.3.
- BARROS, J. R. A. ... [et al.] (2020). Optimal temperature for germination and seedling development of cowpea seeds. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. Vol. 14, No. 2, pp. 231-239. doi: 10.17584/rcch.2020v14i2.10339.
- BASKIN, J. M., NAN, X. y BASKIN, C. C. (1998). A comparative study of seed dormancy and germination in an annual and a perennial species of *Senna* (*Fabaceae*). *Seed Science Research*. Vol. 8, No. 4, pp. 501-512. doi: 10.1017/S0960258500004475.
- BUTLER, T. J. ... [et al.] (2014). Temperature Affects the Germination of Forage Legume Seeds. *Crop Science*. Vol. 54, No. 6, pp. 2846-2853. doi: 10.2135/cropsci2014.01.0063.
- CAROCA, R., ZAPATA, N. y VARGAS, M. (2016). Efecto de la temperatura sobre la germinación de cuatro genotipos de maní (*Arachis hypogaea* L.). *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*. Vol. 32, No. 2, pp. 94-101. doi: 10.4067/S0719-38902016000200002.
- CARRERA, G. ... [et al.] (2020). An updated overview on the regulation of seed germination. *Plants*. Vol. 9, No. 6, pp. 1-41. doi:10.3390/plants9060703.
- DAMASCENO, M.L. ... [et al.] (2018). Influence of temperature and light on germination of weed species. *Asian Academic Research Journal of Multidisciplinary*. Vol. 5, No. 1, pp. 60-76.
- DÍAZ, A. ... [et al.] (2012). Supplementation of yearlings Cuban charolais grazing multiple associations of herbaceous legumes and tropical grasses. *Cuban Journal of Agricultural Science*. Vol. 46, No. 3, pp. 249-252.

- FONTES, D. ... [et al.] (2008). Selección de leguminosas herbáceas para el fomento de cobertura en plantaciones de naranja *Valencia late*. *Pastos y Forrajes*. Vol. 32, No. 1, pp. 1-11.
- GHALEB, W. ... [et al.] (2021). The history of domestication and selection of lucerne: a new perspective from the genetic diversity for seed germination in response to temperature and scarification. *Frontiers in plant science*. Vol. 11, No. 1, pp. 1-11. doi: 10.3389/fpls.2020.578121.
- ISTA. (2016). International rules for seed testing. I. S. T. Association. Bassersdorf, Suiza: 192 p.
- LINDO, T., LA TORRE, M. I. y LUJÁN, D. Á. (2017). Efecto de la temperatura y el ácido giberélico en la germinación de semillas de *Caesalpinia spinosa* (Tara). *The Biologist*. Vol. 1, No. 2, pp. 59-64. doi: 10.24039/rtb2017151143.
- MARINONI, L. D. R. ... [et al.] (2017). Efecto de la temperatura y salinidad en la germinación y crecimiento inicial de un material naturalizado de *Lotus tenuis* Waldst. & Kit. *Revista FAVE - Ciencias Agrarias*. Vol. 16, No. 2, pp. 47-59.
- MARTÍNEZ, J. A. ... [et al.] (2018). Plant attributes and their relationship to the germination response to different temperatures of 18 species from central Mexico. *Plant Biology*. Vol. 20, No. 6, pp. 1042-1052. doi: 10.1111/plb.12882.
- MAZORRA, C. A. ... [et al.] (2020). Viabilidad tecnológica y económica del sistema integrado Guayaba-Leguminosa-Ovino en Ciego de Ávila, Cuba. *Revista de Producción Animal*. Vol. 32, No. 1, pp. 84-99.
- MENÉNDEZ, J. (1982). *Teramnus* Swartz. *Pastos y forrajes*. Vol. 5, No. 3, pp. 251-263.
- NOBRE, J. P. ... [et al.] (2017). Germination and development of *Amburana cearensis* seedlings as influenced by seed weight, light and temperature. *Acta Scientiarum. Agronomy*. Vol. 39, No. 4, pp. 525-533. doi: 10.4025/actasciagron.v39i4.32786.
- NOSRATTI, I. ... [et al.] (2018). Environmental factors affecting seed germination and seedling emergence of foxtail sophora (*Sophora alopecuroides*). *Weed Science*. Vol. 66, No. 1, pp. 71-77. doi: 10.1017/wsc.2017.35.
- PARMOON, G. ... [et al.] (2015). Quantifying cardinal temperatures and thermal time required for germination of *Silybum marianum* seed. *The Crop Journal*. Vol. 3, No. 2, pp. 145-151.

- PEARSON, T. R. H. ... [et al.] (2002). Germination ecology of neotropical pioneers: interacting effects of environmental conditions and seed size. *Ecology*. Vol. 83, No. 10, pp. 2798-2807.
- REINO, J. ... [et al.] (2011). Combined effect of scarification and temperature on the germination of herbaceous legume seeds. *Pastos y Forrajes*. Vol. 34, No. 2, pp. 179-184.
- SAMPAYO, S. ... [et al.] (2021). Thermal Niche for Seed Germination and Species Distribution Modelling of *Swietenia macrophylla* King (Mahogany) under Climate Change Scenarios. *Plants*. Vol. 10, No. 11, p. 2377.
- SÁNCHEZ, J. A., MARTÍNEZ, J. y PERNÚS, M. (2017). Efecto de la temperatura y la iluminación sobre la germinación de semillas no dormantes de *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae). *Acta Botánica Cubana*. Vol. 216, No. 2, pp. 55-60.
- SÁNCHEZ, J. A. ... [et al.] (2019). Dormancia y germinación en semillas de árboles y arbustos de Cuba: implicaciones para la restauración ecológica. *Acta Botánica Cubana*. Vol. 218, No. 2, pp. 77-108.
- SANTOS, L. D. T. ... [et al.] (2015). Phenotypic plasticity of *Neonotonia wightii* and *Pueraria phaseoloides* grown under different light intensities. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. Vol. 87, No. 1, pp. 519-528. doi: 10.1590/0001-3765201520140017.
- YAN, A. y CHEN, Z. (2020). The control of seed dormancy and germination by temperature, light and nitrate. *The Botanical Review*. Vol. 86, No. 1, pp. 39-75.