



## CARACTERIZACIÓN Y ESCARIFICACIÓN DE SEMILLAS DE *NELTUMA* SPP, PROCEDENTES DEL SUELO Y DE ÁRBOLES

### CHARACTERIZATION AND SCARIFICATION OF *NELTUMA* SPP. SEEDS FROM SOIL AND TREES

<sup>1</sup>S. A. ATARAMA-CASTILLO<sup>1</sup>, <sup>1</sup>R. G. CHANDUVÍ-GARCÍA<sup>1</sup>,  
<sup>1</sup>H. MOROCHO-ROMERO<sup>1,2</sup>, <sup>1</sup>R. A. PEÑA-CASTILLO<sup>1</sup>, <sup>1</sup>ANA MONTERO SALAZAR<sup>1</sup>,  
<sup>1</sup>MADAI RUESTA-LÓPEZ<sup>1</sup>, <sup>1</sup>L. MAZA-CÓRDOVA<sup>1</sup>, <sup>1</sup>M. GARCÍA-ZAPATA<sup>1</sup>,  
<sup>1</sup>D. A. MORALES-PIZARRO<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento Académico de Morfofisiología Vegetal, Universidad Nacional de Piura,  
Campus Universitario s/n. Urb. Miraflores. Piura, Perú

<sup>2</sup>Dirección de Supervisión y Monitoreo en las Estaciones Experimentales Agrarias,  
Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA]. Lima, Perú

\*Email: [dmoralesp@unp.edu.pe](mailto:dmoralesp@unp.edu.pe)

El algarrobo (*Neltuma/Prosopis* spp.), especie nativa de la región de Piura (noreste de Perú), es de gran importancia en la actividad socioeconómica y ecológica de la zona. Este árbol es una importante fuente de alimento para humanos y animales. Existe poca información sobre su propagación sexual. Por lo tanto, en este estudio se caracteriza el fruto y la semilla de algarrobo, y se evalúa la escarificación química y biológica en la germinación de algarrobo recolectado de suelo y árbol. Se evaluaron los tratamientos: T0 (imbibición a 48 h), T1 (tinner 5 % por 1 h), T2 (tinner 15 % por 1 h), T3 (tinner 25 % por 1 hora), T4 (tinner 35 % por 1 hora), T5 (biol 25 % por 20 min), T6 (biol 50 % por 20 min), T7 (biol 75 % por 20 min) y las variables de germinación: porcentaje de germinación, velocidad de germinación e índice de germinación y primer día de germinación. La caracterización del fruto coincide con lo informado en otros estudios en la identificación de *Neltuma piurensis*. En semillas procedentes del suelo, los tratamientos T3 y T7 mejoraron el PG (62.5 % y 56.5 %), VG (0.87 y 0.75 semillas germinadas por día) e IG (5.36 y 4.79). No obstante, el PDG se dio un día después de la siembra con el T0.

**Palabras clave:** biol, biometría de vaina y semilla, escarificación de semillas, parámetros de germinación, tinner

The carob tree (*Neltuma/Prosopis* spp.), a native species from Piura region (northeast Peru), is of great importance in the socioeconomic and ecological activity of the area. This tree is an important food source for humans and animals. There is little information about its sexual propagation. Therefore, in this study, the carob fruit and seed are characterized and chemical and biological scarification in the germination of carob collected from the soil and tree are evaluated. The evaluated treatments were: T0 (48 h imbibition), T1 (5 % tinner for 1 h), T2 (15 % tinner for 1 h), T3 (25 % tinner for 1 hour), T4 (35 % tinner for 1 hour), T5 (25 % biol for 20 min), T6 (50 % biol for 20 min), T7 (75 % biol for 20 min) and the germination variables: germination percentage, germination speed and germination index and first day of germination. The characterization of the fruit coincides with that reported in other studies on the identification of *Neltuma piurensis*. In soil-derived seeds, treatments T3 and T7 improved GP (62.5 % and 56.5 %), GS (0.87 and 0.75 germinated seeds per day), and GI (5.36 and 4.79). However, the FDG occurred one day after sowing compared to T0.

**Key words:** biol, germination indicators, pod and seed biometry, seed scarification, tinner

Recibido: 05 de septiembre de 2024

Aceptado: 30 de enero de 2025

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existen conflicto de intereses entre ellos

**Declaración de contribución de autoría CRediT:** S. A. Atarama-Castillo: **Conceptualización, Metodología.** R. G. Chanduví-García: **Análisis formal, Metodología.** H. Morocho-Romero: **Redacción - revisión y edición.** R. A. Peña-Castillo: **Curación de datos, Análisis formal.** Ana Montero Salazar: **Redacción - revisión y edición.** Madai Ruesta-López: **Análisis formal.** L. Maza-Córdova: **Análisis formal.** M. García-Zapata: **Conceptualización.** D. A. Morales-Pizarro: **Conceptualización, Metodología, Redacción - revisión y edición.**



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



## Introducción

El algarrobo es una especie arbórea nativa de la región Piura, conocida inicialmente como *Prosopis pallida* y renombrada como *Neltuma piurensis* (L. Vasquez, Escurra y Huaman) CE Hughes y GP Lewis (Hughes et al. 2022). Actualmente, este forestal pertenece a la familia Fabaceae, subfamilia Caesalpinioideae (Hughes et al. 2022). La distribución del algarrobo en América se extiende desde las zonas áridas hasta las zonas tropicales. En el Perú, el algarrobo es una especie representativa de los bosques secos del norte, extendiéndose desde la región Tumbes hasta el norte de La Libertad (Rivera et al. 2020). El algarrobo es de gran interés socioeconómico y ecológico en la región Piura (Caycho et al. 2023). Se usa como forraje para ganado caprino, ovino y bovino. Además, se utiliza como material de construcción, medicina artesanal y gastronomía local (Depenthal y Meitzner Yoder 2018). El fruto de algarrobo está compuesto por vaina (90 %) y semilla (10 %) y se emplea en la alimentación humana y animal (Silva et al. 2000 y Salazar Zarzosa et al. 2021). Dado su alto valor nutricional (carbohidratos, fibra, proteínas y azúcares) (Ludeña Gutiérrez et al. 2021), este fruto ha demostrado ser un buen alimento forrajero e incrementar el peso de cabras (Silva et al. 2000) y conejos (Macías-Rodríguez y Usca-Méndez 2017), además de que reduce los costos de producción. Diversos estudios han informado que los algarrobos mejoran las características fisicoquímicas y biológicas de los suelos áridos y semiáridos (Santos-Jallath et al. 2012 y Depenthal y Meitzner Yoder 2018).

En las últimas décadas, esta especie está amenazada por la actividad antropogénica no sostenible como la extensión agrícola, la expansión urbana, el cambio climático y el estrés por factores bióticos y abióticos. Debido a esto, se ha categorizado como una especie vulnerable, según el Decreto Supremo N° 043-2006-AG que categoriza a las especies amenazadas de flora silvestre (Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre 2013). En la actualidad, existen limitadas investigaciones enfocadas a la propagación sexual mediante semillas de algarrobo. Por lo cual, es necesario buscar estrategias de escarificación que incrementen la germinación de las semillas (Asif et al. 2020) y la información técnica en la propagación de esta especie.

La germinación de la semilla es la fase inicial del desarrollo de las plántulas, la cual inicia con la absorción del agua, dando origen a una secuencia de procesos metabólicos hasta la emergencia de la radícula (Huang et al. 2020, Xu et al. 2023 y Ruesta-López et al. 2024). Un buen desarrollo inicial de las semillas favorece a la adaptabilidad y vigor inicial de las plántulas e influye de manera directa en el rendimiento del cultivo (Vieira et al. 2019 y Morales Pizarro et al. 2023). La principal forma de propagación del algarrobo es mediante semillas (forma sexual), las que presentan una testa muy rígida (Ewens et al. 2022), por lo que se han usado diferentes estrategias de escarificación (estratificación):

mecánica, térmica y química, que favorecen la germinación de las semillas (Bhansali 2010). A partir de lo antes mencionado, el objetivo de este estudio fue caracterizar el fruto y semilla de algarrobo y evaluar la escarificación química y biológica en la germinación de semillas de algarrobo, recolectadas de suelo y árbol.

## Materiales y Métodos

El estudio se desarrolló en el laboratorio del Departamento Académico de Morfofisiología Vegetal, perteneciente a la Universidad Nacional de Piura, Perú, con coordenadas 5°11'40.2" S, 80°37'58,2" O a 30 m.s.n.m (figura 1). La investigación se llevó a cabo en noviembre del 2023 a enero del 2024.

*Material vegetal:* En la recolección de semillas, se seleccionaron árboles sanos, vigorosos del distrito de Pariñas, provincia de Talara, Región Piura, ubicada a 4°31'26.6" S, 81°12'26.2" W, a 15 m.s.n.m. (figura 1). Los frutos se recolectaron a partir de dos criterios: criterio 1 (directamente del árbol) y criterio 2 (caídos en el suelo).

*Caracterización de frutos y semillas:* La caracterización de frutos se realizó sobre la base de 50 vainas (frutos). Se evaluó: largo (L), ancho (A) y peso (P). En la caracterización de semillas se seleccionaron 100 semillas. Se determinó L, A, P y forma.

La forma de la semilla se determinó mediante la relación entre el ancho (A) y largo (L):  $A/L > 1$  (aplanado u ovoide),  $A/L = 1$  (esférica),  $A/L < 1$  (alargada u oblonga), con el uso de la escala propuesta por Peña-Castillo et al. (2023).

*Productos empleados:* Se trabajó con los productos *Thinner comercial* (tolueno, acetato de metilo, alcohol metílico, 2-butoxietanol y 4-metilpentan-2-ona; corporación peruana de productos químicos S.A.Av. César Vallejo 1851 - El Agustino Lima - Perú) y el *biol o biofertilizante* fue proporcionado por el Departamento de Morfofisiología Vegetal, elaborado bajo la técnica de Chanduví-García et al. (2023).

*Tratamientos de escarificación de semillas:* Las semillas se desinfectaron con alcohol al 70 % durante cinco segundos. Posteriormente, se sometieron a los diferentes tratamientos de escarificación: remojo en agua destilada por 48 h (T0), tinner al 5 % por 1 h (T1), tinner al 15 % por 1 h (T2), tinner al 25 % por 1 h (T3), tinner al 35 % por 1 h (T4), biol al 25 % por 20 min (T5), biol al 50 % por 20 min (T6) y biol al 75 % por 20 min (T7). Posteriormente, las semillas se sembraron dentro de placas Petri, que contenían papel toalla estéril, humedecido con agua destilada. Cada placa Petri albergó 20 semillas de algarrobo y conformó una repetición.

La germinación de las semillas se evaluó durante 15 d a  $25 \pm 2$  °C por medio de las siguientes variables:

*Porcentaje de germinación (PG):* El PG se determinó mediante la fórmula planteada por Brown y Mayer (1988), donde  $PG = (\text{total de semillas germinadas} / \text{total de semillas sembradas}) * 100$ . Se consideraron semillas germinadas cuando presentaron 2 mm de longitud de radícula.

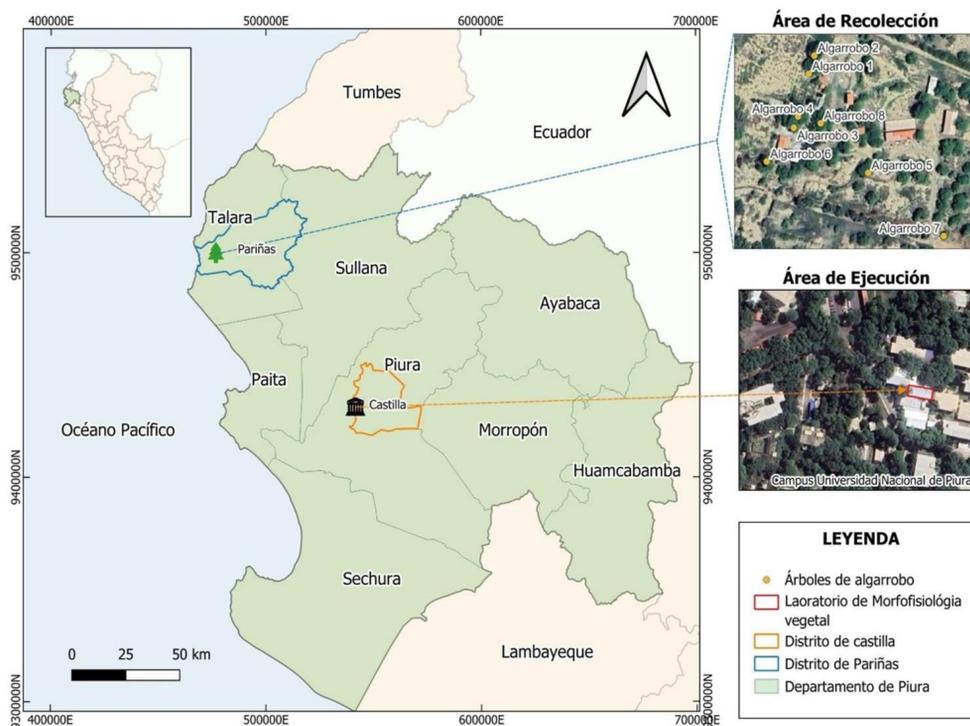


Figura 1. Zona de recolección y ejecución de algarrobo.

*Velocidad de germinación (VG)*: Se calculó mediante la fórmula propuesta por Maguire (1962), donde  $VG = \text{número de semillas germinadas} / \text{tiempo de germinación}$ .

*Índice de germinación (IG)*: Se calculó con la fórmula propuesta por Scott *et al.* (1984), donde:

$IG = \sum (\text{el número de semillas germinadas el } n\text{-ésimo día} * \text{número de días después de la siembra}) / \text{número total de semillas sembradas}$ .

*Primer día de germinación*: Se evaluó el tiempo de inicio de la germinación mediante lo propuesto por Gutiérrez-Gutiérrez *et al.* (2022).

*Análisis estadístico*: Para la caracterización de frutos y semillas se utilizó la media aritmética (media), desviación

estándar (DS) y coeficiente de variación (CV). El estudio se llevó a cabo en un diseño completamente al azar (DCA) con once tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento. Los valores obtenidos se analizaron mediante un ANOVA (análisis de varianza) y la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

## Resultados

*Caracterización del fruto y semilla*: El fruto (vaina) de algarrobo presentó una longitud de 19.12 cm, con un ancho de 12.10 mm, y un peso de fruto de 7.58 g. La semilla mostró un largo de 6.62 mm, ancho de 2.39 mm, peso de 0.05 g y la relación entre L/A fue de 0.36 (tabla 1).

Tabla 1. Descripción biométrica de frutos y semillas de algarrobo *Neltuma piurenensis* (L. Vasquez, Ecurra & Huaman) CE Hughes & GP Lewis.

Descripción	Variable	Muestra	Media	DS	CV, %
Fruto	Largo de vaina, cm	50	19.12	4.22	22.07
	Ancho de vaina, mm	50	12.10	1.43	11.81
	Peso de vaina, g	50	7.58	1.73	22.79
Semilla	Largo de semilla, mm	100	6.62	0.50	7.56
	Ancho de semilla, mm	100	2.39	0.22	9.29
	Peso de semilla, g	100	0.05	0.01	22.29
	Ancho/ largo	100	0.36	0.03	9.30

**Variables de germinación:** En el PG (árbol), el T4 con 32.5 % fue significativamente superior a los demás tratamientos, seguido de T3 con 23.75 % (tabla 2). En el PG (suelo), el T3 superó en un 20 % a T0, siendo significativamente superior a los demás tratamientos (tabla 2). El mayor PG fue de semillas, cuyos frutos se recolectaron del suelo con respecto a los cosechados directamente del árbol.

En la VG (árbol), el T4 con 0.43 semillas germinadas por día superó significativamente los demás tratamientos (tabla 2), y en la VG (suelo), los tratamientos no presentaron diferencias significativas, con valores entre 0.5 a 0.87 semillas germinadas por día (tabla 2). Los mayores valores de la VG se obtuvieron de frutos recolectados del suelo.

En el IG (árbol), el T4 con 3.41 obtuvo el mayor IG, siendo superior a los demás tratamientos. El IG (suelo), los tratamientos no presentaron diferencias significativas con valores entre 3.34 a 5.36 (tabla 2), lo que mostró que el mayor IG se obtiene de las muestras extraídas del suelo.

En el PDG (árbol), los tratamientos T0 y T5 germinaron en un menor tiempo en 1.5 días (tabla 2). Sin embargo, el PDG (suelo), el T0 germinó en 1 día, siendo su germinación significativamente más acelerada, mostrando que el PDG se presentó en semillas procedentes de la zona del suelo.

## Discusión

En la caracterización de frutos y semillas concuerdan con la investigación realizada por Prokopiuk et al. (2000) en la identificación de *Prosopis pallida*, en la actualidad renombrada como *Neltuma piurensis* (L. Vasquez, Escurra & Huaman) CE Hughes & GP Lewis (Hughes et al. 2022). Sin embargo, en el ancho de la semilla fue menor con 2.39 mm (tabla 1), lo que demostró que el medio ambiente influye en el genotipo de algarrobo. La relación L/A de la semilla indica que presenta forma oblonga (Peña-Castillo et al. 2023).

La variación de la germinación se ve influenciada por la zona de recolección, así como: la madurez del fruto (vaina), el contenido de azúcares y el tiempo de almacenamiento (Ludeña Gutiérrez et al. 2021). Asimismo, Henciya et al. (2017) mencionan la presencia de fitoquímicos: alcaloides, flavonoides, terpenos, taninos, compuestos fenólicos (quinonas) en frutos y semillas de *Neltuma/Prosopis spp.*, los cuales se presentan en mayores concentraciones en frutos frescos recién cosechados, lo que influye en la germinación de semillas. No obstante, vainas secas empleadas en la alimentación animal no deben exceder 40 % de sustancias fitoquímicas de las recién cosechadas (Ruiz-Nieto et al. 2020). De Sousa Leite et al. (2018) indican que la madurez fisiológica de la semilla influye en forma directa en la germinación y vigor de la semilla.

Con respecto a los resultados de la presente investigación, las semillas procedentes del suelo presentaron el mayor PG con la escarificación química con Thinner al 25 % (T3) y biológica con biol al 75 % (T7). Estos resultados coinciden con Abdala et al. (2020) en la escarificación química a base de ácido sulfúrico durante tres minutos con el mayor PG frente a la escarificación física y térmica. El efecto de los productos químicos altera, degrada y ablanda la cubierta seminal compuesta por sustancias hidrofóbicas y lignificadas (macroesclereidas) que presentan las semillas del género *Neltuma/Prosopis*. Esta lámina lignificada es la responsable de conservar, proteger y evitar la imbibición de la semilla. Además, De Sousa Leite et al. (2018) incrementaron el PG de semillas de *Bromelia laciniosa* a 83 % con acetona durante 90 min en semillas maduras y en inmaduras a 60 % ante el testigo con 40 % y 35 %, respectivamente. De igual manera estos autores redujeron los días de germinación a 15 (semilla madura) y 25 (semilla inmadura), días después de la siembra (DDS), ante testigo que inicio su germinación a los 45 y 55 DDS, respectivamente. Rivera et al. (2020) obtuvieron el mayor PG con 33.3 % en semillas de *P. pallida*, tratadas con acetona 100 % durante 10 min, siendo superior al testigo con un PG de 30 %.

**Tabla 2.** Análisis de las variables de germinación de semillas de algarrobo *Neltuma spp*

Trat*.	PG		VG		IG		PDG	
	Árbol	Suelo	Árbol	Suelo	Árbol	Suelo	Árbol	Suelo
T0	12.5±2.89 <sup>cd</sup>	52.5±6.45 <sup>ab</sup>	0.23 <sup>ab</sup>	0.74 <sup>a</sup>	0.75 <sup>cd</sup>	4.17 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>
T1	15±4.08 <sup>bc</sup>	43.75±2.5 <sup>ab</sup>	0.21 <sup>ab</sup>	0.61 <sup>a</sup>	1.28 <sup>bcd</sup>	4.0 <sup>a</sup>	3.0 <sup>ab</sup>	3.75 <sup>ab</sup>
T2	15±7.07 <sup>bc</sup>	41.25±8.54 <sup>ab</sup>	0.23 <sup>ab</sup>	0.64 <sup>a</sup>	1.49 <sup>bc</sup>	3.34 <sup>a</sup>	7.75 <sup>c</sup>	6.25 <sup>b</sup>
T3	23.75±6.29 <sup>ab</sup>	62.5± 9.57 <sup>a</sup>	0.32 <sup>ab</sup>	0.87 <sup>a</sup>	2.33 <sup>ab</sup>	5.36 <sup>a</sup>	3.75 <sup>ab</sup>	3.25 <sup>ab</sup>
T4	32.5±5 <sup>a</sup>	36.25±11.09 <sup>b</sup>	0.43 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	3.41 <sup>a</sup>	3.36 <sup>a</sup>	3.5 <sup>ab</sup>	4.5 <sup>b</sup>
T5	2.5±2.89 <sup>d</sup>	41.25±16.0 <sup>ab</sup>	0.17 <sup>b</sup>	0.55 <sup>a</sup>	0.19 <sup>d</sup>	3.48 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>	4.25 <sup>ab</sup>
T6	15.0±4.08 <sup>bc</sup>	50.0±7.07 <sup>ab</sup>	0.25 <sup>ab</sup>	0.69 <sup>a</sup>	0.98 <sup>cd</sup>	4.86 <sup>a</sup>	3.5 <sup>ab</sup>	3.75 <sup>ab</sup>
T7	15.0±4.08 <sup>bc</sup>	56.25±12.5 <sup>ab</sup>	0.22 <sup>ab</sup>	0.75 <sup>a</sup>	1.29 <sup>bcd</sup>	4.79 <sup>a</sup>	4.5 <sup>b</sup>	3.00 <sup>ab</sup>
Valor-P	0.0351	0.0000	0.0228	0.0928	0.0000	0.0547	0.0000	0.0049

Las semillas de algarrobo, tratadas con biol mejoraron significativamente el PG. Estos resultados coinciden con los descritos por Ruesta-López *et al.* (2024) en semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* S.), tratadas con biol 5 % incrementando el PG a 80 % durante 12 h de imbibición. Sin embargo, a 24 h el PG fue menor con 8.33 %. De acuerdo con Chanduví-García *et al.* (2023), Galecio-Julca *et al.* (2023) y Morocho-Romero *et al.* (2024), el biol presenta ácidos carboxílicos, ácidos húmicos y microorganismos, los que debilitan la cubierta de la semilla e incrementan el PG. Utello *et al.* (2023) indican que los tratamientos térmicos reducen el crecimiento de raíces embrionarias en comparación con los químicos o mecánicos que se realizan en las semillas.

La mayor velocidad de germinación se presenta en semillas extraídas del suelo con los tratamientos a base de Thinner al 25 % (T3) y biol al 75 % (T7). Estos productos influyen en el debilitamiento de la capa seminal de la semilla de algarrobo, lo que facilita la imbibición o hidratación de la semilla; activando diversos procesos metabólicos que inicia la germinación de la semilla, y el intercambio gaseoso (Batista Sánchez *et al.* 2017 y Utello *et al.* 2023). Ruesta-López *et al.* (2024) mencionan que semillas de maracuyá expuesta a biol 5 % durante 12 h, incrementan la VG a 1.5 semillas germinadas por día, superando al testigo. El efecto positivo del bioestimulante (biol) influye significativamente en la multiplicación celular promoviendo el desarrollo y emergencia de la radícula (Mendivil-Lugo *et al.* 2019).

El mayor IG se obtuvo con semillas recolectadas del suelo con los tratamientos químicos T3 (tinner 25 %) y orgánicos T6 (biol 50 %) y T7 (biol 75 %). Estos resultados coinciden con los informados por Abdala *et al.* (2020), lo que indica que la escarificación química (ácido sulfúrico) mejora el índice de velocidad de germinación (IVG). Por otro lado, Utello *et al.* (2023) reportan que la escarificación mecánica (lijado) fue superior a la química (ácido sulfúrico) y térmica, mejorando la uniformidad y espontaneidad del proceso germinativo siendo un factor clave en la etapa de propagación en vivero. Coa *et al.* (2014) mencionan que el efecto combinado de la escarificación mecánica y la imbibición a 12 y 24 h de las semillas, mejoraron el IG frente a los tratamientos químicos (ácido sulfúrico y ácido muriático) y sin escarificación con imbibición. Por otra parte, Ruesta-López *et al.* (2024) mejoraron el IG en semillas de maracuyá tratadas con biol 5 %.

El PDG fue menor en el T0 (imbibición 48 h) en semillas procedentes del suelo (1 d) como del árbol (1.5 d). Los resultados del estudio difieren de los obtenidos por Abdala *et al.* (2020), quienes indican que la escarificación química (ácido sulfúrico) acelera el inicio de germinación. Morales Pizarro *et al.* (2023) indican que el tiempo de imbibición y la concentración de estimulantes influyen en el PDG. De igual forma, Ruesta-López *et al.* (2024) aceleró el PDG con la imbibición de semillas a 12 h y 24 h. Sin embargo,

cuando las semillas de maracuyá fueron tratadas con mayores concentraciones de biol retrasan el PDG.

## Conclusiones

Las características morfométricas del fruto y semillas coinciden con las del género *Neltuma piurensis*. Sin embargo, en el ancho de la semilla muestra ser superior a las descritas en esta especie. La madurez de la semilla es un factor clave en la germinación de semillas del género *Neltuma* spp. El tratamiento pregerminativo químico con Tinner (T3), seguido del orgánico con biol (T7), mejoran las variables de germinación PG (62.5 % y 56.25 %), VG (0.87 y 0.75 semillas germinadas por días) y IG (5.36 y 4.79) y el PDG se dio un DDS con el T0, los mejores valores se presentaron de semillas procedentes del suelo.

## Agradecimientos

Se agradece al personal técnico del Departamento Académico de Morfofisiología Vegetal, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura, Perú, por su apoyo a esta investigación.

## Referencias

- Abdala, N.R., Bravo, S. & Acosta, M. 2020. Germinación y efectos del almacenamiento de frutos de *Prosopis ruscifolia* (Fabaceae). *Bosque (Valdivia)*, 41(2): 103-111, ISSN: 0717-9200. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002020000200103>.
- Asif, M.J., Ali, A., Mazhar, M.Z., Tanvir, A., Zia, B., Anmbreen, I., Anjum, M.Z. & Mahr, M.S. 2020. Effect of different pre-treatments on seed germination of *Prosopis juliflora* and *Dalbergia sissoo*: A step towards mutation breeding. *Journal of Forest Science*, 66(2): 80-87, ISSN: 1805-935X. <https://doi.org/10.17221/64/2019-JFS>.
- Batista, D., Murillo, B., Nieto, A., Alcaráz, L., Troyo, E., Hernández, L.G. & Ojeda Silvera, C.M. 2017. Mitigación de NaCl por efecto de un bioestimulante en la germinación de *Ocimum basilicum* L. *Terra Latinoamericana*, 35(4): 309-320, ISSN: 2395-8030. <https://doi.org/10.28940/terra.v35i4.317>.
- Bhansali, R.R. 2010. Biology and Multiplication of *Prosopis* species Grown in the Thar Desert. In K. G. Ramawat (Ed.), *Desert Plants* (pp. 371-406). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-02550-1\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-642-02550-1_18).
- Bonner, F.T. & Karrfalt, R.P. 2008. *The Woody Plant Seed Manual*. Agric. Handbook No. 727. Washington, DC. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 1223 p. <https://research.fs.usda.gov/treesearch/32626>.
- Brown, R.F. & Mayer, D.G. 1988. Representing Cumulative Germination. 1. A Critical Analysis of Single-value Germination Indices. *Annals of Botany*, 61(2): 117-125, ISSN: 1095-8290. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087534>.

- Caycho, E., La Torre, R. & Orjeda, G. 2023. Assembly, annotation and analysis of the chloroplast genome of the Algarrobo tree *Neltuma pallida* (subfamily: Caesalpinioideae). *BMC Plant Biology*, 23(1): 570, ISSN: 1471-2229. <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04581-5>.
- Chanduví-García, R., Sandoval-Panta, M.A., Peña-Castillo, R., Javier-Alva, J., Álvarez, L.Á., Quiroz-Calderón, M.V., Granda-Wong, C., Aguilar-Ancotta, R., Galecio-Julca, M. & Morales-Pizarro, A. 2023. Biofertilizante y su Correlación entre Parámetros Productivos y de Calidad en Limón Sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle). *Terra Latinoamericana*, 41: e1685, ISSN: 2395-8030. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1685>.
- Coa, M., Méndez, J.R., Silva, R. & Mundarain, S. 2014. Evaluación de métodos químicos y mecánicos para promover la germinación de semillas y producción de fosforitos en café (*Coffea arabica*) var. Catuai Rojo. *Idesia (Arica)*, 32(1): 43-53, ISSN: 0718-3429. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000100006>.
- De Sousa, M., Freitas, L.A., De Queiroz, F., De Sousa, T. & Barros Torres, S. 2018. Germination of spineless *Bromelia laciniosa* Mart. Ex Schult (Bromeliaceae) seeds subjected to chemical scarification. *Idesia*, 36(4): 135-137, ISSN: 0718-3429. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005002102>.
- Depenthal, J. & Meitzner Yoder, L.S. 2018. Community Use and Knowledge of Algarrobo (*Prosopis pallida*) and Implications for Peruvian Dry Forest Conservation. *Revista de Ciencias Ambientales*, 52(1): 49-70, ISSN: 2215-3896. <https://doi.org/10.15359/rca.52-1.3>.
- Ewens, M., Felker, P. & Paterson, A. 2022. Genetic improvement in *Prosopis*. En *Prosopis as a Heat Tolerant Nitrogen Fixing Desert Food Legume* (pp. 139-156). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823320-7.00015-8>.
- Galecio-Julca, M., Neira-Ojeda, M., Chanduví-García, R., Peña-Castillo, R., Álvarez-Bernaola, L.A., Granda-Wong, C., Lindo-Seminario, D., Saavedra-Alberca, E., Javier-Alva, J. & Morales-Pizarro, A. 2023. Efecto de la eficacia de los microorganismos nativos y la composta en tres pisos altitudinales en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad INIA 415-Pasankalla. *Terra Latinoamericana*, 41: e1622, ISSN: 2395-8030. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1622>.
- Ludeña Gutiérrez, A.L., Colomer Winter, A., Castillo Chung, L.B., Peña Castillo, R. & Timana Rojas, S. 2021. Cuantificación de hidroximetilfurfuralen la algarrobina por concentración a vacío. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(6): 250-257, ISSN: 2218-3620. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202021000600250](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000600250).
- Gutiérrez-Gutiérrez, O.G., Rivero-Hernández, O., Vega-Mares, J.H. & Melgoza-Castillo, A. 2022. Patrones de germinación en gramíneas presentes en el Desierto Chihuahuense. *Botanical Sciences*, 100(4): 989-999, ISSN: 2007-4476. <https://doi.org/10.17129/botsci.3007>.
- Henciya, S., Seturaman, P., James, A.R., Tsai, Y.H., Nikam, R., Wu, Y.C., Dahms, H.U. & Chang, F.R. 2017. Biopharmaceutical potentials of *Prosopis* spp. (Mimosaceae, Leguminosae). *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(1): 187-196, ISSN: 2224-6614. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.11.001>.
- Huang, H., Ran, J., Li, X., Wang, Z., Chen, R., Wu, F., Ye, M., Jia, F., Niklas, K. J. & Deng, J. 2020. A General Model for Seed and Seedling Respiratory Metabolism. *The American Naturalist*, 195(3): 534-546, ISSN: 1537-5323. <https://doi.org/10.1086/707072>.
- Hughes, C.E., Ringelberg, J.J., Lewis, G.P. & Catalano, S.A. 2022. Disintegration of the genus *Prosopis* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae, mimosoid clade). *PhytoKeys*, 205: 147-189, ISSN: 1314-2003. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.205.75379>.
- Macías-Rodríguez, E. & Usca-Méndez, J. 2017. Utilización de la harina de algarrobo (*Prosopis pallida*) en la alimentación de conejos en crecimiento, engorde. *Revista Ciencia UNEMI*, 10(22): 105-110, ISSN: 2528-7737. <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661263011/html>.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of Germination-Aid In Selection And Evaluation for Seedling Emergence And Vigor. *Crop Science*, 2(2): 176-177, ISSN: 1435-0653. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>.
- Mendivil-Lugo, C., Nava-Pérez, E., Armenta-Bojórquez, A.D., Ruelas-Ayala, R.D. & Félix-Herrán, J.A. 2019. Elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano. *Biotecnia*, 22(1): 17-23, ISSN: 1665-1456. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i1.1120>.
- Morales Pizarro, A., Rivas Chero, A. A., Zapata Córdova, A. C., García Guevara, E., Ruesta López, M. & Peña-Castillo, R. 2023. Efecto de diferentes dosis de ácido giberélico en la germinación de papaya (*Carica papaya* L.) variedad criolla. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 39(3): 392-400, ISSN: 0719-3890. <https://doi.org/10.29393/CHJAA39-35EDAM60035>.
- Morocho-Romero, H., Peña-Castillo, R., Chanduví-García, R., Vilchez-Navarro, S., Quiroz-Calderón, M., Calero-Merino, M., Galecio-Julca, M., Javier-Alva, J., Cruz-Grimaldo, C. & Morales-Pizarro, D.A. 2024. Influence of Organic Fertilization on the Fruit Morphology and Production of Mango (*Mangifera Indica* L.) Var. Kent. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 27(3): 137, ISSN: 1870-0462. <https://doi.org/10.56369/tsaes.5606>.
- Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre. 2013. Decreto Supremo N.º 043-2006-AG - Aprueban

- Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre. <https://www.gob.pe/institucion/osinfor/normas-legales/792195-043-2006-ag-aprueban-categorizacion-de-especies-amenazadas-de-flora-silvestre>.
- Peña-Castillo, R., Murillo, M., Galecio-Julca, M., Calero Merino, M., Chanduvi-García, R., Javier-Alva, J., Álvarez, L., Quiroz-Calderón, M.V., Granda-Wong, C. & Morales-Pizarro, A. 2023. Efecto de aplicaciones foliares de magnesio y hierro sobre la productividad de lima ácida (*Citrus aurantifolia* Swingle). *Idesia (Arica)*, 41(3): 105-113, ISSN: 2218-3620. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292023000300105>.
- Prokopiuk, D., Cruz, G., Grados, N., Garro, O. & Chiralt, A. 2000. Estudio comparativo entre frutos de *Prosopis alba* y *Prosopis pallida*. *Multequina*, 9(1): 35-45, ISSN: 1852-7329.
- Rivera, J.C., Cabrera, R.M. & Bulnes, C.F. 2020. Micropropagación de *Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth a partir de yemas apicales. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 22(1): 18-26, ISSN: 1909-8758. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v22n1.70949>.
- Ruesta-López, M., Zurita-Chinguel, L., Lizano-Pintado, M., Delgado-Vite, M., Zapata-Durand, D., Jiménez-Castillo, J., Peña-Castillo, R., Galecio-Julca, M., Chanduvi-García, R. & Morales-Pizarro, D.A. 2024. Bioestimulante y tiempos de imbibición sobre la germinación de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* S., passifloraceae). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 27(2):076 ISSN: 1870-0462. <https://doi.org/10.56369/tsaes.5199>.
- Ruiz-Nieto, J.E., Hernández-Ruiz, J., Hernández-Marín, J., Mendoza-Carrillo, J., Abraham-Juárez, M., Isiordia-Lachica, P.M. & Mireles-Arriaga, A.I. 2020. Mesquite (*Prosopis* spp.) tree as a feed resource for animal growth. *Agroforestry Systems*, 94(4): 1139-1149, ISSN: 1572-9680. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00481-x>.
- Salazar Zarzosa, P.C., Mendieta-Leiva, G., Navarro-Cerrillo, R.M., Cruz, G., Grados, N. & Villar, R. 2021. An ecological overview of *Prosopis pallida*, one of the most adapted dryland species to extreme climate events. *Journal of Arid Environments*, 193(1): 104576, ISSN: 1095-922X. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104576>.
- Santos-Jallath, J., Castro-Rodríguez, A., Huezco-Casillas, J. & Torres-Bustillos, L. 2012. Arsenic and heavy metals in native plants at tailings impoundments in Queretaro, Mexico. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 37-39: 10-17, ISSN: 1464-1895. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2011.12.002>.
- Scott, S.J., Jones, R.A. & Williams, W.A. 1984. Review of Data Analysis Methods for Seed Germination. *Crop Science*, 24(6): 1192-1199, ISSN: 1435-0653. <https://doi.org/10.2135/cropsci1984.0011183X002400060043x>.
- Silva, M. P., Martínez, M. J., Coirini, R., Brunetti, M. A., Balzarini, M. & Karlin, U. 2000. Valoración nutritiva del fruto del algarrobo blanco (*Prosopis chilensis*) bajo distintos tipos de almacenamiento. *Multequina*, 9(1): 65-74, ISSN: 1852-7329. [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1852-7329200000100008&script=sci\\_art-text](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1852-7329200000100008&script=sci_art-text).
- Utello, M.J., Tarico, J.C., Demaestri, M.A. & Plevich, J.O. 2023. Evaluación de tratamientos pregerminativos en semillas de *Prosopis caldenia*. *Bosque (Valdivia)*, 44(1): 37-45, ISSN: 0717-9200. <https://doi.org/10.4067/s0717-92002023000100037>.
- Vieira, H., Martins, J.V.D.S., Barreto, G.G., Gomes, R.D.S.S., Silva, E.C. & Nascimento, L.C. 2019. Sanitary and physiological quality of 'purple' corn (*Zea mays* L.) seeds submitted to thermotherapy. *Arquivos do Instituto Biológico*, 86: e1222018, ISSN: 1808-1657. <https://doi.org/10.1590/1808-1657001222018>.
- Xu, N., Lu, B., Wang, Y., Yu, X., Yao, N., Lin, Q., Xu, X. & Lu, B. 2023. Effects of salt stress on seed germination and respiratory metabolism in different *Flueggea suffruticosa* genotypes. *PeerJ*, 11: e15668, ISSN: 2167-8359. <https://doi.org/10.7717/peerj.15668>.