

## **Evaluación de tratamientos pregerminativos en semillas de *Euterpe precatoria* Mart. (Huasaí) en la ciudad de Pucallpa-Perú**

### **Evaluation of pregerminative treatments on seeds of *Euterpe precatoria* Mart. (Huasaí) in the city of Pucallpa-Peru**

### **Avaliação dos tratamentos pregerminativos nas sementes de *Euterpe precatoria* Mart. (Huasaí) na cidade de Pucallpa-Peru**

**María Angélica Flores Romayna**<sup>1\*</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-5316-0751>

**Wilmer Ortega Chávez**<sup>3</sup>  <http://orcid.org/0000-0002-5888-2902>

**Arnulfo Ortega Mallqui**<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-0043-8200>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Ucayali. Perú.

<sup>2</sup>Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía. Perú.

<sup>3</sup>Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Perú.

\*Autor para la correspondencia: mariafloresromayna@gmail.com

**Recibido:** 20 de noviembre de 2019.

**Aprobado:** 21 de enero de 2020.

## **RESUMEN**

En la investigación se evaluaron tratamientos pregerminativos aplicados a semillas de *Euterpe precatoria* Mart., con la finalidad de observar su capacidad germinativa, disminuir el tiempo medio de germinación, uniformizar la germinación y aumentar el valor germinativo. Se emplean ocho tratamientos pregerminativos: inmersión en agua a temperatura ambiente por 24, 72 y 120 horas; inmersión en agua hirviendo por 30, 60 y 90 segundos; escarificación con lija y escarificación con lija e inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas al 20 % de la cubierta, así como una sin ningún tratamiento. El diseño experimental fue factorial, completamente aleatorio, con cuatro repeticiones por tratamiento y 25 semillas por repetición y se aplicó análisis de varianza ANOVA con prueba de Duncan para establecer diferencias entre los tratamientos. Los resultados mostraron diferencias significativas (Valor- $P < 0,05$ ) entre los tratamientos pregerminativos y el control, a excepción de la inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas. Los tratamientos con mayor porcentaje de germinación fueron con agua a temperatura ambiente, donde germinaron 88, 76, y 62 % respectivamente, seguidas por los escarificados con 44 y 35 %, y el control con 30 % y los tratamientos con agua hirviendo no generaron germinación alguna. El tratamiento a temperatura ambiente por 72 horas, fue el que mostró los mejores valores de tiempo medio de germinación, mayor uniformidad germinativa y mayor valor germinativo, por lo que es el mejor a ser aplicado para mejorar la capacidad germinativa de las semillas de *E. precatoria* Mart.



**Palabras clave:** *Euterpe precatoria*; pregerminación; inmersión; escarificación.

## ABSTRACT

In the research, pregermination treatments applied to *Euterpe precatoria* Mart seeds were evaluated in order to observe their germination capacity, decrease the average germination time, standardize germination and increase the germination value. Eight pregermination treatments are used: immersion in water at room temperature for 24, 72 and 120 hours, immersion in boiling water for 30, 60 and 90 seconds, scarification with sandpaper and scarification with sandpaper and immersion in water at room temperature for 24 hours at 20 % of the cover, as well as one without any treatment. The experimental design was factorial, completely randomized, with four replicates per treatment and 25 seeds per replicate. Analysis of variance ANOVA with Duncan's test was applied to establish differences between treatments. Results showed significant differences value ( $P < 0,05$ ) between pregermination and control treatments, except for immersion in water at room temperature for 24 hours. The treatments with higher percentage of germination were with water at room temperature, where 88, 76, and 62 % respectively germinated, followed by the scarified ones with 44 and 35 %, and the control with 30 % and the treatments with boiling water, did not generate any germination. The treatment at room temperature for 72 hours showed the best values of average germination time, greater germination uniformity and higher germination value, being then the best to be applied to improve the germination capacity of *E. precatoria* Mart seeds.

**Keywords:** *Euterpe precatoria*; pregermination; immersion; scarification.

## SÍNTESE

Na pesquisa, foram avaliados tratamentos pregerminativos aplicados à *Euterpe precatoria* Mart. sementes, com o objetivo de observar sua capacidade germinativa, reduzindo o tempo médio de germinação, uniformizando a germinação e aumentando o valor germinativo. São utilizados oito tratamentos pré-germinação: imersão em água à temperatura ambiente durante 24, 72 e 120 horas; imersão em água a ferver durante 30, 60 e 90 segundos; escarificação com lixa e escarificação com lixa e imersão em água à temperatura ambiente durante 24 horas a 20 % da cobertura, bem como um sem qualquer tratamento. O desenho experimental foi fatorial, completamente randomizado, com quatro réplicas por tratamento e 25 sementes por réplica. A análise de variância ANOVA com o teste de Duncan foi aplicada para estabelecer diferenças entre tratamentos. Os resultados mostraram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos de pré-germinação e o controle, exceto pela imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas. Os tratamentos com maior percentagem de germinação foram os tratamentos com água à temperatura ambiente, onde germinaram 88, 76 e 62 % respectivamente, seguidos dos escarificados com 44 e 35 %, e o controle com 30 % e os tratamentos com água a ferver não geraram qualquer germinação. O tratamento à temperatura ambiente durante 72 horas mostrou os melhores valores de tempo médio de germinação, maior uniformidade de germinação e maior valor de germinação, por isso é o melhor a ser aplicado para melhorar a capacidade germinativa das sementes de *E. precatoria* Mart.

**Palavras-chave:** *Euterpe precatoria*; prégerminação; imersão; escarificação.



## INTRODUCCIÓN

La *Euterpe precatoria* Mart. (Huasaí) es una palmera que se encuentra en la llanura de inundación del Amazonas y es muy apreciada por su alto valor nutricional; estudios sobre su composición nutricional indican la presencia de aminoácidos, ácidos grasos, fibra dietética, vitamina A, vitamina C, hierro y calcio (Peixoto *et al.*, 2016), Isaza *et al.*, (2014). Esta palmera se encuentra naturalmente por debajo de los 2000 m de altitud, en los bosques de firmeza y a lo largo de las orillas de los ríos, en áreas periódicamente inundadas que crecen desde Belice, en el norte, hasta Brasil y Bolivia en el sur (Paniagua-Zambrana, Bussmann y Macía, 2017). León y Saldaña, (2011) indican que estas palmeras constituyen un grupo de plantas muy importantes para los habitantes de poblaciones rurales de la Amazonía, porque se benefician de sus múltiples usos. Utilizan los troncos y las hojas para la construcción de viviendas, las fibras para elaborar artesanías, los frutos y palmito para la alimentación.

Además de los usos tradicionales de la planta, esta ha sido objeto de estudio por su potencial medicinal, como el caso del trabajo de Peixoto *et al.*, (2016), quienes estudiaron la capacidad antioxidante de los frutos de *E. precatoria*, propiedad investigada también por Ortega, (2015) y Kang *et al.*, (2012). Igualmente, Galotta, Boaventura y Lima, (2008) demostraron que los frutos de la palma tienen propiedades antioxidantes y citotóxicos. Lo anterior demuestra la importancia de la reproducción de la planta, no solo para preservar un recurso valioso en las comunidades rurales, sino como tratamiento en medicina.

Se ha demostrado que la germinación de las semillas de *E. precatoria* Mart es lenta y desigual, lo que suele dar lugar a que se produzca baja cantidad de plántulas. Su propagación se realiza a partir de semillas con una gran variación en el proceso de germinación que, además está influenciada por varios factores como la temperatura, la luz y la humedad (Xavier *et al.*, 2018). En la búsqueda de mejorar la germinación de la *E. precatoria*, se han realizado trabajos donde se han aplicado tratamientos pregerminativos mediante hidratación (De Souza *et al.*, 2018) y se demuestra que la rehidratación es favorable porque, a través de ella se logra un mayor porcentaje de germinación. De igual manera, León y Saldaña, (2011) investigaron el potencial germinativo de las semillas de *E. precatoria* someténdolas a tratamientos de hidratación, calentamiento y desgaste parcial, obteniendo diferencias significativas en el porcentaje de germinación respecto a los tratamientos.

En la presente investigación, el objetivo fue evaluar el efecto de tratamientos germinativos sobre la capacidad germinativa, tiempo medio de germinación, uniformidad germinativa y valor germinativo de las semillas de *E. precatoria* Mart, sometida a tratamientos de escarificación y remojo en agua fría y caliente, para establecer el tratamiento pregerminativo que produzca una mayor eficiencia germinativa, que permita producción de mayor cantidad de plántulas, las cuales puedan ser utilizadas para futuros proyectos de siembra de la planta, en aras de su masificación y aprovechamiento sustentable de sus propiedades, tanto alimenticias como material de construcción y medicinales.



## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el Vivero Forestal de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), ubicado en el Km. 6000 de la carretera Federico Basadre. Políticamente se encuentra situado en el Distrito de Callarúa, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali. El vivero es de tipo permanente, con capacidad de producción de 200 mil plántones anuales. Las camas de almácigos y repique presentan construcciones a base de material rústico como madera y techo de hojas propios del lugar. Según la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali, las condiciones climáticas promedio anuales en la ciudad de Pucallpa son: temperatura media anual de 26,9 °C, con una máxima de 36,5 °C y una mínima de 17,4 °C; precipitación promedio anual de 1773 mm; brillo solar de 159,1 h y H.R<sup>o</sup> 83,8 %.

Los materiales vegetales empleados en esta investigación fueron 900 frutos de *E. precatoria* Mart. Otros materiales y herramientas fueron: balanza, estufa, lija de agua N° 240, oxiclورو de cobre (fungicida cupravit), cama de almácigo, sustrato 1:2:1 arena, tierra agrícola y materia orgánica (aserrín descompuesto).

Se trabajó con 10 kg de semillas recolectadas de cuatro árboles en la zona de Curimaná. Los frutos fueron recolectados del árbol padre con las siguientes características: edad promedio 15 años, entre 12,5 a 15 cm, altura entre 20 a 25m; se encontró asociado con "Pona", "Unguragui". Los frutos recolectados se trasladaron al lugar del estudio y se esparcieron sobre una mesa para su secado a temperatura ambiente bajo sombra. Luego se procedió a descascarar manualmente para separar las semillas del fruto, para ello se utilizaron utensilios de madera y piedra. Se seleccionaron manualmente 900 semillas, teniendo en cuenta la forma y tamaño de las mismas, y quedando descartadas las semillas de menor tamaño y las deformes.

### Se midieron las siguientes características de las semillas:

Calidad de semillas: se pesaron las semillas de calidad y las defectuosas (restos de mesocarpio del fruto). Para calcular el porcentaje de calidad de las semillas se aplicó la siguiente fórmula (Mancera *et al.*, 2007) (Ecuación 1).

$$\%P = \frac{Pp}{Pt} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

*%P*=Porcentaje de calidad.

*Pp*=Peso de la semilla de calidad.

*Pt*=Peso total de la muestra (peso de la semilla de calidad + peso de defectuosas)



Número de semillas por kilogramo: para el cálculo de esta variable se tomaron al azar 10 muestras de 100 semillas cada una y se les pesó. Luego se promedió el peso por cada 100 semillas. Para determinar el número de semillas por kilogramo se aplicó la fórmula (Ecuación 2).

$$N^{\circ} \text{ de semillas} = \frac{1000 \times 100}{\text{Peso promedio de 100 semillas}} \quad (2)$$

Contenido de humedad de las semillas: para determinar el contenido de humedad de las semillas, se tomaron cinco muestras al azar de 10 semillas cada una y se les pesó, luego se les secó en la estufa a  $103 \pm 2$  °C de temperatura hasta que su peso se hizo constante. Para el cálculo de contenido de humedad se aplicó la siguiente fórmula descrita por Rojas y Aristizábal, (2012) (Ecuación 3).

$$\%H = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100 \quad (3)$$

Donde:

$\%H$ =Porcentaje de humedad de las semillas.

$P_i$ =Peso inicial de las semillas.

$P_f$ =Peso final de las semillas.

Luego de la caracterización de las semillas, estas fueron desinfectadas con el uso de oxiclورو de cobre (cupravit) para evitar el ataque de hongos, teniendo en cuenta lo siguiente:

- A las semillas que no fueron remojadas antes del almacenado se les aplicó el polvo de oxiclورو de cobre (cupravit), caso de los tratamientos un (testigo) ocho escarificaciones con lija.
- En el caso de las semillas tratadas con líquido fueron sumergidas en una solución de oxiclورو de cobre (cupravit) en una concentración de 5 g/litro durante cinco minutos.

Se establecieron nueve tratamientos pregerminativos (Tabla 1).



**Tabla 1.** - Descripción de los tratamientos aplicados

Tratamientos	Descripción
T1	Testigo, no se le aplicó ningún tratamiento.
T2	Inmersión de semillas en agua a temperatura ambiente durante 24 horas.
T3	Inmersión de semillas en agua a temperatura ambiente durante 72 horas.
T4	Inmersión de semillas en agua a temperatura ambiente durante 120 horas.
T5	Inmersión de semillas en agua hirviendo durante 30 segundos.
T6	Inmersión de semillas en agua hirviendo durante 60 segundos.
T7	Inmersión de semillas en agua hirviendo durante 90 segundos.
T8	Escarificación con lija de agua N° 240, 20 % del área de la cubierta de la semilla.
T9	Escarificación con lija de agua N° 240, 20 % del área de la cubierta de la semilla e inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas.

Se realizó el acondicionamiento y desinfección de la cama de almácigo del Vivero Forestal de la UNU. Se acondicionó, removiendo el sustrato y se construyó el tinglado, utilizando hojas de palmera semitejidas. Para la desinfección del sustrato se preparó una solución de cupravit (5 g/l)/m<sup>2</sup> y luego se aplicó en toda el área de la cama. Desinfectado las camas de almacigo y efectuado los tratamientos, se procedió a almacigar las semillas a un distanciamiento de 7x7 cm. Cada tratamiento fue almacigado con cuatro repeticiones, con 25 semillas por repetición. El conteo de la germinación se realizó durante 105 días continuos.

El diseño experimental fue unifactorial, completamente al aleatorio (Kuehl, 2001), con cuatro repeticiones por tratamiento y 25 semillas por repetición en donde:

Factor: tratamientos pregerminativos.

Niveles del Factor: variantes de los tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9).

Unidad experimental: parcela con 25 semillas.

Variable respuesta: germinación de las semillas.



Porcentaje de germinación (% G): se contaron todas las semillas germinadas por tratamiento durante el tiempo que demoró el experimento y se calculó el porcentaje de germinación (Ecuación 4).

$$\%G = \frac{GA}{M} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

%G=Porcentaje de germinación.  
GA=Germinación acumulada hasta la última evaluación.  
M=Cantidad de semillas sembradas.

Tiempo Medio de Germinación (TMG): se calculó mediante la ecuación mostrada por **Martínez, Miranda y Magnitskiy, (2012)** (Ecuación 5).

$$TMG = \frac{Spg}{Sg} \quad (5)$$

Donde:

TMG=Tiempo Medio de Germinación.  
Spg=Suma de puntos medios por germinación sencillas.  
Sg=Suma de semillas germinadas.

(Ecuación 6)

$$Spg = \frac{(T_1+T_0)}{2} \times G_1 + \frac{(T_2+T_1)}{2} \times G_2 + \dots + \frac{(T_e+T_{e-1})}{2} \times G_e \quad (6)$$

Uniformidad Germinativa (UG): para evaluar se determinó la Desviación Típica del Tiempo de Germinación (DTG).

Valor Germinativo (VG): para su determinación se utilizó la fórmula descrita por **Barone, Duarte y Luna, (2016)** (Ecuación 7).

$$VG = \frac{\frac{G_1}{T_1} + \frac{G_2}{T_2} + \dots + \frac{G_e}{T_e}}{M} \quad (6)$$

Donde:

VG=Valor germinativo o índice de Maguire.  
Gi=G1 + G2 +G3 +. . . . + Ge.  
Gi=Germinación sencilla de iésima evaluación.  
Ti = T1 + T2 + ..... + Te.



T<sub>i</sub>=Tiempo transcurrido desde la siembra hasta la *i*ésima evaluación.  
M=Cantidad de semillas sembradas.

Previamente se realizó una prueba de *Shapiro-Wilk* para analizar el supuesto de normalidad de los datos, con lo que se obtuvo un estadístico de 0,924 y un Valor-*P*=0,0715. Los resultados de la prueba de normalidad indican que no se puede descartar que los datos se ajustan a una distribución normal con un nivel de confianza de 95 %, por lo que se utilizó Análisis de Varianza Paramétrica (ANOVA) con prueba de Duncan a un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ . Los cálculos fueron realizados con el paquete estadístico *Statgraphics Centurion XVII*.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo del diseño experimental planteado generó los resultados que se muestran en la Tabla 2, donde se observan los porcentajes de germinación obtenidos con los tratamientos pregerminativos.

**Tabla 2.** - Porcentaje de germinación de *E. precatória* Mart bajo el efecto de nueve tratamientos pregerminativos

Repeticiones	Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	32	60	80	76	0	0	0	36	32
2	36	68	92	80	0	0	0	48	36
3	24	64	92	72	0	0	0	40	28
4	28	56	88	76	0	0	0	52	44
Promedio	30	62	88	76	0	0	0	44	35
Coefficiente de variación (%)	17,2	8,3	6,4	4,3	0	0	0	16,6	19,5

Se observa que con los tratamientos T5, T6 y T7 no se produjo germinación de las semillas, a pesar de los cuidados y el manejo similar que se aplicó a todo el experimento, lo que los convierte en tratamiento no indicados para el estudio, por ello fueron descartados (Tabla 2).

Se observa un mayor porcentaje de germinación con el tratamiento T3, en el cual se rehidrataron las semillas por 72 h en agua fría, resultado que contrasta con el reportado por León y Saldaña, (2011), quienes muestran que todas las semillas de *E. precatória* tratadas por inmersión en agua fría mostraron porcentajes de germinación superiores al 90 %. Los mismos autores citados reportaron porcentajes de germinación para las semillas sin tratamiento y la desgastada parcialmente porcentajes de germinación mayores a 80 %, resultado que también es contrario a lo observado en la presente investigación. Se debe tomar en cuenta que, en el caso de la investigación citada, las semillas fueron obtenidas de la región de Loreto en





Perú y sometidas a condiciones diferentes a las establecidas en la presente investigación, lo que pudo influir en las diferencias observadas.

De Souza *et al.*, (2018) mostraron resultados de porcentaje de germinación de *E. precatoria* pretratadas por remojo durante 72 h de 61,7 %, valor menor al obtenido en la presente investigación, el cual es similar al de las semillas tratadas por remojo durante 24 h en agua a temperatura ambiente. Lo anterior corrobora que el potencial germinativo de las semillas no depende exclusivamente de los tratamientos aplicados, sino de la procedencia y calidad de las mismas, debido a que los autores citados trabajaron con semillas obtenidas del vivero forestal de la Universidad Federal de Amazonas en Manaus, Brasil.

El efecto de la temperatura a la que se sometieron las semillas fue determinante, observándose que los pretratamientos donde las semillas se remojaron en agua hirviendo no propiciaron la germinación de las mismas sino, por el contrario, la inhibieron. En su investigación, Xavier *et al.* (2018) mostraron que la temperatura es fundamental para la germinación de *E. precatoria*, concluyendo que, a mayor temperatura se obtienen menores porcentajes de germinación, lo que es coincidente con lo observado en la presente investigación. El efecto negativo del tratamiento con agua hirviendo también fue reportado por Flores-Córdova *et al.*, (2016), quienes utilizaron en su investigación semillas de especies forrajeras y de malezas y obtuvieron que el tratamiento de inmersión en agua caliente puede producir daños en el embrión, ya que puede ser agresivo lo que provocó la no germinación.

También se observa que los tratamientos por escarificación presentaron menores porcentajes de germinación en comparación con los tratamientos por hidratación. Este tratamiento ha sido estudiado anteriormente para semillas de otras especies y se ha comprobado que su efectividad depende de la semilla (Martínez, Orozco y Martorell, 2006; Ortiz-Timoteo *et al.*, 2018).

Al aplicar el análisis de varianza se observó que el Valor-*P* es menor a la significancia establecida (Valor-*P*=0,0000 < 0,05), lo que indica que los tratamientos influyen significativamente en los resultados obtenidos para la variable respuesta (% Germinación).

Para examinar cuáles medias de los tratamientos son significativamente diferentes de otras, se aplicó la prueba diferencia de medias de Duncan (Tabla 3).



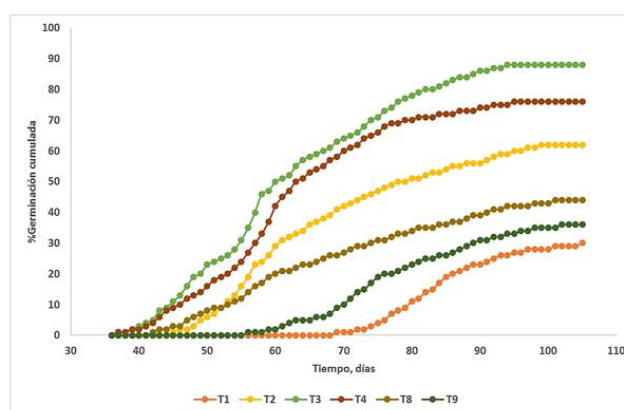
**Tabla 3.-** Resultados del análisis de rangos múltiples de Duncan

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1	4	30,0	A
T9	4	35,0	A
T8	4	44,0	B
T2	4	62,0	C
T4	4	76,0	D
T3	4	88,0	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Solo se observa que el T9 no presenta diferencia respecto al T1 (testigo); el resto de los tratamientos muestran valores de porcentaje de germinación mayor y con diferencias significativas respecto al T1. Se puede decir entonces que el escaldado de las semillas no genera una importante diferencia en cuanto al porcentaje de germinación, respecto a las semillas a las que no se le aplicó tratamiento; aunque estadísticamente el T8 es diferente a T1, su valor es más bajo que los tratamientos basados en inmersión en agua fría.

Se observan las curvas de crecimiento obtenidas para cada uno de los tratamientos, donde se muestra gráficamente como el tratamiento T3 supera a los demás tratamientos (Figura 1).



**Figura 1.-** Curvas de germinación de las semillas de *E. precatoria* en función a los tratamientos



Se observa que las semillas tratadas con T3 y T4 comenzaron a germinar en menor tiempo, comparadas con las demás, siendo T1 donde se obtuvo un mayor período de tiempo sin observarse germinación alguna. Lo anterior corrobora la efectividad de los tratamientos pregerminativos, ya que incluso el T9, el cual no tuvo diferencia estadística con T1, permite que comiencen a germinar las semillas en menor tiempo.

Las tendencias observadas en las curvas de germinación muestran un comportamiento típico esperado, comparadas con las obtenidas por otros autores como [Rodríguez, Adam y Duran, \(2008\)](#) en su trabajo sobre germinación y viabilidad de semillas. Asimismo, [Torres-Osorio, Aranzazu-Osorio y Carbonell-Padrino, \(2015\)](#) muestran curvas de germinación de semillas de soja, las cuales también se comportan de manera similar a lo observado en la presente investigación.

Se observa el resultado del cálculo de los diferentes parámetros establecidos para la investigación, en función al tipo de tratamiento pregerminativo aplicado (Tabla 4).

**Tabla 4.** - Parámetros calculados para las semillas en función a los tratamientos aplicados

Tratamientos	TMG (días)	UG (días)	VG (%)
T1	83,7	8,5	0,36
T2	65,5	14,1	0,98
T3	60,9	14,0	1,51
T4	60,4	12,7	1,30
T8	66,2	16,3	0,70
T9	76,5	11,6	0,46

TMG: Tiempo Medio de Germinación; UG: Uniformidad Germinativa; VG: Valor Germinativo

El tiempo medio de germinación indica el tiempo promedio desde el inicio de la germinación hasta la última semilla germinada, más el tiempo de resistencia a la germinación. Se observa en la tabla 4 que el tratamiento T1 tiene un tiempo medio de germinación de 83,7 días; durante este tiempo el porcentaje de germinación oscilaba entre 15 y 17 %, siendo este el tratamiento con el mayor TMG. Los tratamientos T3 y T4 representaron los de menor tiempo medio de germinación con 60,9 y 60,4 días respectivamente, observándose en el caso de T3, que en ese lapso de tiempo germinaron entre 50 y 51 % de semillas, lo que representó el mayor rendimiento. De todo esto se puede decir que los tratamientos T3 y T4 tuvieron menores tiempos medios de germinación y presentaron mayores porcentajes de germinación. Esto indica que el agua acelera el proceso de germinación, lo que es coincidente con lo obtenido en otras investigaciones ([De Souza, Jacobi y De Aquino, 2007](#); [León y Saldaña, 2011](#); [De Souza et al., 2018](#); [Villar, Marcelo y Baselly, 2018](#)).



La Uniformidad Germinativa (UG) indica cuán uniforme es la germinación en cada uno de los tratamientos. Así se tiene que el tratamiento T1 tuvo un valor de 8,5 días, lo que indica que, en el rango de 75,2 a 92,2 días (17 días) germinaron aproximadamente 22 semillas. Este bajo porcentaje de germinación en un período corto indica que diariamente germinaban 1 o 2 semillas, por la razón de que estas semillas, al momento del almácigado, no tenían el contenido de humedad adecuado. El valor obtenido para las semillas que fueron sumergidas en agua a temperatura ambiente por 72 horas (T3), fue el tratamiento con mayor porcentaje de germinación, de 14 días, el cual indica que del total de semillas germinadas en este tratamiento 58 lo hicieron en un intervalo de tiempo de 46,9 a 74,9 días (28 días).

Asimismo, el T8 representó el tratamiento con mayor UG con 16,3. Esto quiere decir que, de 44 semillas que germinaron con este tratamiento, 28 lo hicieron en un intervalo de tiempo de 49,9 a 82,5 días (32,6 días). Se puede decir entonces que, las semillas sin ningún tratamiento (T1) presentan menor rango de tiempo (17 días), comparado con los demás tratamientos pregerminativos, los cuales presentan rangos de tiempos mayores; el T1 es el menos uniforme en su germinación y presentando bajo porcentaje de germinación y el T3 mostró la mayor uniformidad en su proceso germinativo. Lo obtenido concuerda con la respuesta germinativa observada por De Souza *et al.*, (2007) y lo planteado por León y Saldaña, (2011), donde la hidratación previa de las semillas genera una mayor uniformidad en la germinación. La uniformidad y capacidad germinativa de semillas pretratadas por inmersión en agua también fue reportada por Navarro *et al.*, (2010), quienes llegaron a conclusiones concordantes con la de la presente investigación.

En relación con los resultados del Valor Germinativo (VG), que es un indicativo de la cantidad promedio de semillas que germinaron por día expresados en porcentaje, se observa que las semillas inmersas en agua a temperatura ambiente por 72 horas (T3) tiene un valor germinativo de 1,51 %, mayor a los valores germinativos de los demás tratamientos. Esto indica que, por cada día germinan 1,51 semillas. Asimismo, este tratamiento aplicado a las semillas de *E. precatória* Mart. mejora la velocidad de germinación (valor germinativo) por día, porque el agua ablanda el tegumento y endospermo de las semillas duras, tal como afirman Sánchez *et al.*, (2005); Pérez *et al.*, (2016) y González-Amaya *et al.*, (2018).

Los mejores tratamientos pregerminativos de semillas de *E. precatória* Mart. fueron aquellas de inmersión en agua a temperatura ambiente por 72, 120 y 24 horas. Del mismo modo, estos tratamientos fueron los que presentaron mayores tiempos medios de germinación, donde destacaron las inmersas por 72 y 120 horas con 60,9 % y 60,4 % respectivamente. De igual forma, el tratamiento por inmersión en agua a temperatura ambiente durante 72 horas fue el que produjo la germinación más uniforme, con una uniformidad germinativa de 14,0 días y con un mayor valor germinativo de 1,5 %.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARONE, J., DUARTE, E. y LUNA, C., 2016. *Determinación de la eficacia de métodos de evaluación de calidad de semillas de especies forestales nativas de la Selva Atlántica*. Quebracho. Revista de Ciencia Forestales [en línea], vol. 24, no. 1-2. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48150051008>.
- FLORES CÓRDOVA, M.A., SÁNCHEZ CHÁVEZ, E., BALANDRÁN VALLADARES, M.I. y MÁRQUEZ QUIROZ, C., 2016. *Efectividad de tratamientos pre-germinativos en la ruptura de la dormancia en las semillas forrajeras y de malezas*. Ecosistemas y recursos agropecuarios, vol. 3, no. 9, pp. 427-432. ISSN: 2007-9028. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-90282016000300427](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282016000300427)
- GALOTTA, A.L., BOAVENTURA, M.A. y LIMA, L., 2008. *Antioxidant and cytotoxic activities of 'AÇAÍ' (Euterpe precatoria Mart.)*. Química Nova (on line), vol. 31, no. 6, pp. 1427-1430. ISSN 0100-4042. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0100-40422008000600028&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-40422008000600028&lng=en&nrm=iso)
- GONZÁLEZ AMAYA, L.J., 2018. *Efecto de tratamientos pregerminativos en semillas de Dianthus barbatus L. cv. 'Purple' bajo condiciones controladas*. Revista de Ciencias Agrícolas (on line), vol. 35, no. 1, pp. 58-68. ISSN 0120-0135. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-01352018000100058&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-01352018000100058&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- ISAZA ARANGUREN, C., GALEANO GARCÉS, G. y BERNAL GONZÁLEZ, R., 2014. *Manejo actual del Asaí (Euterpe precatoria Mart.) Para la producción de frutos en el sur de la amazonia colombiana*. Colombia Forestal, vol. 17, no. 1, pp. 77-99. Disponible en: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/5027>
- KANG, J., THAKALI, K.M., XIE, C., KONDO, M., TONG, Y., OU, B., JENSEN, G., MEDINA, M.B., SCHAUSS, A.G. y WU, X., 2012. *Bioactivities of acai (Euterpe precatoria Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to Euterpe eleracea Mart.* Food Chemistry, vol. 133, pp. 671-677. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814612000817>
- KUEHL, R., 2001. *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación* [en línea]. México: Thomson Learning. Disponible en: <https://es.slideshare.net/victorhuaracallohuillca/diseo-de-experimentos-principios-estadsticos-de-diseo-y-anlisis-de-investigacin-robert-o-kuehl>.
- LEÓN FLORES, J. y SALDAÑA ROJAS, J.S., 2011. *Tratamientos pre-germinativos de las semillas de Euterpe precatoria Mart. en Santo Tomas, Loreto-Perú*. Pittieria, vol. 39, no. 35, pp. 63-70. ISSN: 0554-2111. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/es/revista/pittieria/articulo/tratamiento-pregerminativos-de-las-semillas-de-euterpe-precatoria-mart-en-santo-tomas-loreto-peru>



- MANCERA RICO, A., GARCÍA DE LOS SANTOS, G., CARBALLO CARBALLO, A., VILLASEÑOR PEREA, C.A., MARTÍNEZ GARZA, Á. y ESTRADA TREJO, V., 2007. *Calidad fisiológica y daño físico en semilla de maíz sometida a impacto*. Agricultura Técnica en México [en línea], vol. 33, no. 2. ISSN: 0568-2517. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0568-25172007000200002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172007000200002).
- MARTÍNEZ, F., MIRANDA, D. y MAGNITSKIY, S., 2012. *Temperatura de germinación de semillas de anón (Annona squamosa L.)*. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, vol. 6, no. 2, pp. 129-13. Disponible en: [https://www.academia.edu/18381747/Temperatura\\_de\\_germinaci%C3%B3n\\_de\\_semillas\\_de\\_an%C3%B3n\\_Annona\\_squamosa\\_L\\_](https://www.academia.edu/18381747/Temperatura_de_germinaci%C3%B3n_de_semillas_de_an%C3%B3n_Annona_squamosa_L_)
- MARTÍNEZ PÉREZ, G., OROZCO SEGOVIA, A. y MARTORELL, C., 2006. *Efectividad de algunos tratamientos pre-germinativos para ocho especies leñosas de la Mixteca Alta oaxaqueña con características relevantes para la restauración*. Boletín de la Sociedad Botánica de México, no. 79, pp. 9-20. ISSN: 0366-2128. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57707902>
- NAVARRO, M., FEBLES, G., TORRES, V. y NODA, A., 2010. *Efecto de la escarificación húmeda y seca en la capacidad germinativa de las semillas de Albizia lebeck (L.) Benth.* Pastos y Forrajes, vol. 33, no. 2, pp. 1-11. ISSN: 0864-0394. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942010000200007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000200007)
- ORTEGA ROMERO, E.C., 2015. *Obtención del aceite vegetal de Euterpe precatoria Mart. (Asaí) por diferentes métodos de extracción: evaluación del rendimiento y calidad (características físico-químicas, actividad antioxidante y estabilidad)* [en línea]. Tesis de Maestría Facultad de Farmacia y Bioquímica. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3988>.
- ORTIZ TIMOTEO, V., ORDAZ CHAPARRO, V.M., ALDRETE, A., ESCAMILLA PRADO, E., SÁNCHEZ VIVEROS, G. y LÓPEZ ROMERO, R.M., 2018. *Tratamientos pregerminativos en semillas de dos especies del género Coffea*. Agroproductividad, vol. 11, no. 4, pp. 68-73. Disponible en: <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/272>
- PANIAGUA ZAMBRANA, N., BUSSMANN, R.W. y MACÍA, M.J., 2017. *The socioeconomic context of the use of Euterpe precatoria Mart. and E. oleracea Mart. in Bolivia and Peru*. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, vol. 13, no. 32, pp. 1-17. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5457629/>
- PEIXOTO, H., ROXO, M., KRSTIN, S., WANG, X. y WINK, M., 2016. *Anthocyanin-rich extract of Acai (Euterpe precatoria Mart.) mediates neuroprotective activities in Caenorhabditis elegans*. Journal of Functional Foods, vol. 26, pp. 385-393. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1756464616302225>



- PÉREZ MENDOZA, C., CARRILLO CASTANEDA, G., VIDAL LEZAMA, E. y ORTIZ GARCÍA, E., 2016. *Efecto de la imbibición en la calidad fisiológica de semillas de jitomate*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas (on line), vol. 7, no. 7, pp. 1765-1773. ISSN: 2007-0934. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2007-09342016000701765&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342016000701765&lng=es&nrm=iso)
- RODRÍGUEZ, I., ADAM, G. y DURÁN, J.M., 2008. *Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas*. Nuevo Agric, vol. 12, no. 19, pp. 837. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2767398>
- ROJAS BARAHONA, A.F. y ARISTIZÁBAL TORRES, I.D., 2012. *Efecto del contenido de humedad sobre algunas propiedades mecánicas de la semilla de vitabosa (Mucuna deeringiana)*. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, vol. 65, no. 1, pp. 6553-6566. ISSN: 2248-7026. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179922364019.pdf>
- SÁNCHEZ SOTO, B.H., GARCÍA MOYA, E., TERRAZAS, T. y REYES OLIVAS, A., 2005. *Efecto de la hidratación discontinua sobre la germinación de tres cactáceas del desierto costero de Topolobampo, Ahome, Sinaloa*. Cactáceas y suculentas mexicanas [en línea], vol. 50, no. 1. ISSN: 0526-717X. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/259571563\\_Efecto\\_de\\_la\\_hidratacion\\_discontinua\\_sobre\\_la\\_germinacion\\_de\\_tres\\_cactaceas\\_del\\_desierto\\_costero\\_de\\_Topolobampo\\_Ahome\\_Sinaloa](https://www.researchgate.net/publication/259571563_Efecto_de_la_hidratacion_discontinua_sobre_la_germinacion_de_tres_cactaceas_del_desierto_costero_de_Topolobampo_Ahome_Sinaloa)
- SOUZA, P.A. de, FERREIRA DOS SANTOS, A., SANTOS GONÇALVES, D. y VENTURIN, N., 2018. *Efeito da reidratação na germinação de sementes de açaí (Euterpe oleraceae Mart.)*. Revista de Ciências Agroveterinarias, vol. 17, no. 2, pp. 286-291. ISSN: 2238-1171. Disponible en: <http://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/8394>
- SOUZA GARCÍA, Q. de, JACOBI, C.M. y AQUINO RIBEIROI, B. de, 2007. *Resposta germinativa de duas espécies de Vellozia (Velloziaceae) dos campos rupestres de Minas Gerais, Brasil*. Acta Botanica Brasilica, vol. 21, no. 2, pp. 451-456. ISSN: 0102-3306. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-33062007000200018](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062007000200018)
- TORRES OSORIO, J.I., ARANZAZU OSORIO, J.E. y CARBONELL PADRINO, M.V., 2015. *Efecto del campo magnético estático homogéneo en la germinación y absorción de agua en semillas de soja*. Tecno Lógicas, vol. 18, no. 35, pp. 11-20. ISSN: 0123-7799. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v18n35/v18n35a02.pdf>
- VILLAR CABEZA, M.Á., MARCELO BAZÁN, F.E. y BASELLY VILLANUEVA, J.R., 2018. *Efecto de dos tratamientos pre-germinativos y el tiempo de almacenamiento en el Poder Germinativo de las semillas de la Cinchona officinalis L.* Repositorio Institucional Instituto Nacional de Innovación Agraria [en línea], Disponible en: <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/915>



XAVIER COSTA, C.R., LOPES PIVETTA, K.F., BATISTA DE SOUZA, G.R., MAZZINI GUEDES, R.B., SAJOVIC PEREIRA, S.T. y ROMANO NOGUEIRA, M., 2018. *Effects of Temperature, Light and Seed Moisture Content on Germination of Euterpe precatória Palm*. American Journal of Plant Sciences, vol. 9, pp. 98-106. ISSN: 2158-2750. Disponible en:

<https://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=81843>

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

**Contribución de los autores:**

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

Copyright (c) 2019 María Angélica Flores Romayna, Wilmer Ortega Chávez, Arnulfo Ortega Mallqui

