



Aplicación de la escarificación física y mecánica en la emergencia y crecimiento de semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*)

Application of physical and mechanical scarification in the emergence and growth of tara seeds (*Caesalpinia spinosa*)

Juan Carlos Neri Chávez^{1*}, Roicer Collazos Silva¹, Manuel Oliva¹, Eyner Huamán Huamán¹, Jheiner Vasquez García¹

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el área del vivero de la UNTRM, distrito de Chachapoyas, cuyo objetivo fue evaluar los métodos de escarificación física y mecánica en la emergencia y crecimiento de semillas de *Caesalpinia spinosa*. Se utilizó un diseño completo al azar (DCA), con tres repeticiones y ocho tratamientos. Para el análisis de datos se utilizó el software R x 64 3.3.1 y la prueba de Duncan al 5%. Los tratamientos fueron: remojada en agua fría por 3 días (T1), remojada en agua fría por 5 días (T2), remojada en agua fría por 7 días (T3), picada y remojada por 12 horas (T4), picada y remojada por 24 horas (T5), remojada en agua caliente por 1 minuto y en agua fría por 12 horas (T6), remojada en agua caliente por 3 minutos y en agua fría por 12 horas (T7) y remojada en agua caliente por 5 minutos y en agua fría por 12 horas (T8). Las semillas se sembraron en sustrato a base de arena de río. Se aplicó riegos de 2-3 veces por semana. Las variables evaluadas fueron porcentaje de emergencia, altura de plántula, número de hojas, longitud de raíz e índice de velocidad de emergencia. Según los resultados obtenidos existieron diferencias significativas entre tratamientos donde el T4 y T5 lograron mayores porcentajes de emergencia con 91.67 y 93.75 %, altura de plántula con 7.85 y 8.97 cm y número de hojas con 3.70 y 3.87. Igualmente para el índice de velocidad de emergencia los valores más altos se obtuvieron en el T4 y T5 con 14.16 y 14.85 respectivamente, demostrándose así el efecto notorio de la escarificación mecánica sobre la emergencia y características morfológicas de plántulas de tara.

Palabras claves: Escarificación, semilla, emergencia, *Caesalpinia spinosa*.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the nursery area of the UNTRM, district of Chachapoyas, whose objective was to evaluate the methods of physical and mechanical scarification in the emergence and growth of seeds of *Caesalpinia spinosa*. A complete randomized design (DCA) was used, with three repetitions and eight treatments. The software R x 64 3.3.1 and the Duncan test at 5% were used for the data analysis. The treatments were: soaked in cold water for 3 days (T1), soaked in cold water for 5 days (T2), soaked in cold water for 7 days (T3), minced and soaked for 12 hours (T4), chopped and soaked for 24 hours (T5), soaked in hot water for 1 minute and in cold water for 12 hours (T6), soaked in hot water for 3 minutes and in cold water for 12 hours (T7) and soaked in hot water for 5 minutes and in cold water for 12 hours (T8). The seeds were sown on a substrate based on river sand. Irrigations were applied 2-3 times per week. The evaluated variables were emergency percentage, seedling height, number of leaves, root length and emergency speed index. According to the results obtained there were significant differences between treatments where T4 and T5 achieved higher emergency percentages with 91.67 and 93.75%, seedling height with 7.85 and 8.97 cm and number of leaves with 3.70 and 3.87. Igualmente para el índice de velocidad de emergencia los valores más altos se obtuvieron en el T4 y T5 con 14.16 y 14.85 respectivamente, demostrándose así el efecto notorio de la escarificación mecánica sobre la emergencia y características morfológicas de plántulas de tara.

Keywords: Scarification, seed, emergence, *Caesalpinia spinosa*.

¹Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A), Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva, Calle Higos Urco N° 342-350-356, Calle Universitaria N° 304, Chachapoyas, Perú

*Autor de correspondencia. E-mail: jneri@indes-ces.edu.pe

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de la familia Fabaceae, el género *Caesalpinia*, abarca 150 especies, de las que 40 están presentes en Sudamérica. *Caesalpinia spinosa*, es un árbol verde, con espinas en tallo, ramas y hojas, alcanzando de los 3 a los 8 metros de altura y sus flores se disponen en racimos terminales. El fruto, es una legumbre con la testa dura, de 6 a 10 cm de largo y con 5 a 8 semillas redondas. Es conocido con los nombres de "tara", "guaranga", "tanino" o "taya" (Dostert *et al.*, 2009; Cordero *et al.*, 2017).

En Perú, se encuentra la mayor área de bosques de tara, seguido por Bolivia, Chile, Ecuador y Colombia (Castell-Escuer, 2012), y es considerado el principal productor mundial de tara con más del 80 % de la producción mundial. Sin embargo no logra cubrir la demanda internacional por lo que varios países se han interesado en su comercio (Dodds, 2015). Esto se debe a que la mayor producción proviene de plantas silvestres, es decir, la producción en el Perú es básicamente de bosques naturales y en algunas zonas en parcelas agroforestales. El principal uso de las legumbres y semillas de la tara, es con como fuente de gomas y taninos (40 a 60 %) hidrolizables con ácido gálico como el principal constituyente (Aguilar-Galvez *et al.*, 2014).

La germinación de semillas se efectúa en tres etapas, incrementando su metabolismo celular y restaurando el crecimiento del embrión, luego se da la rotura de la cubierta seminal y la salida de la plántula (Bewley, 1997). Primero se produce la imbibición que facilita la entrada del agua hacia la semilla, luego se activan enzimas y finalmente se produce la síntesis de proteínas, permitiendo la formación de sustancias necesarias para el desarrollo de la semilla (Trigiano y Gray, 2011).

Cuando no germinan las semillas es debido a dos motivos, uno la quiescencia, que se produce cuando el medio no es favorable para el crecimiento vegetativo debido a la baja humedad o temperaturas no adecuadas. Y el otro, la latencia, que viene a ser un bloqueo del proceso de la germinación de semillas intactas y viables (Baskin y Baskin, 2004), aunque se les brinden

las condiciones de temperatura, luz, humedad y concentración adecuada de oxígeno para germinar (Doria, 2010). Existen varios tipos de latencia, que se determinan según la germinación de las semillas. Una de ellas es la latencia exógena o de cubierta, dándose cuando la testa es muy dura o impermeable (Finch-Savage y Leubner-Metzger, 2006). Otra es la latencia morfológica que se produce cuando los embriones son inmaduros y requieren tiempo para la germinación (Baskin y Baskin, 2013).

Se han desarrollado varios métodos para romper la latencia y estimular la germinación como es la escarificación física (aplicando calor seco o húmedo), mecánica y química (Baskin y Baskin, 2013). En la escarificación física, existen tratamientos pregerminativos mediante el proceso de imbibición, que se aplican con la finalidad de homogenizar la germinación de las semillas, sobretodo en especies cuyas semillas tardan en germinar (Coronel de Renolfi *et al.*, 2013; Oliva *et al.*, 2014). Otro tratamiento es el ablandamiento de la testa de la semilla por medio de la inmersión en agua caliente, esto influye en la ruptura de latencia física de las semillas de las Fabaceae (Sánchez-Paz y Ramírez-Villalobos, 2006). La escarificación mecánica, en cambio consiste en friccionar cualquier material áspero sobre la semilla, como el uso de papel lija y arena gruesa (Atencio *et al.*, 2003). En semillas de *Caesalpinia spinosa*, (Rossini-Oliva *et al.*, 2006) lograron un 100 % de germinación de semillas, mientras que (Ortega-Baés *et al.*, 2001) obtuvieron un 44,67% de semillas germinadas en *Caesalpinia paraguariensis*. Por otra parte, cortando la testa de semillas de *Caesalpinia cacalaco* (Alvarez-Aquino *et al.*, 2014) tuvieron un 98,5% de germinación.

Dada la importancia que constituye la especie *C. spinosa* en la parte productiva y forestal, en este trabajo se busca contribuir con el desarrollo de una metodología para su propagación, incrementando el porcentaje y la velocidad de emergencia de las plántulas mediante la aplicación de escarificación física con inmersiones en agua fría y/o caliente, y escarificación mecánica mediante cortes en la testa de las semillas.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

La investigación, se ejecutó entre los meses de setiembre a noviembre en el vivero de la Estación Experimental Chachapoyas, dentro del campus universitario de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM), a una altitud de 2334 m.s.n.m., con una temperatura promedio es de 18 °C y una humedad relativa de 74 %. La zona presenta un clima variado y templado, las lluvias se presentan mayormente en los meses de diciembre a abril con promedio de 811 mm.

Preparación del sustrato

Se utilizó un sustrato a base de arena cernida de río, previamente desinfectado con formol (1 litro en 20 litros de agua) y luego se cubrió con una bolsa plástica durante 4 días.

Acondicionamiento del área experimental

Se construyó una cama almaciguera cubierta con malla Rachel, ubicada a 1,50 m sobre la superficie del suelo con dimensiones de 1 m, de ancho, 2,16 m de largo y 0,30 m de profundidad.

Luego se procedió a dividir y trazar las áreas para las 24 unidades experimentales con ayuda de un cordel.

Diseño del experimento

En este experimento se usó un Diseño en Completo al Azar (DCA), en un área total de 2,16 m², con 1920 semillas de tara sembradas, 3 repeticiones y 8 tratamientos. Cada unidad experimental tuvo un área de 0.089 m² (0,27 x 0,33 m) con 8 surcos y cada surco con 10 semillas sembradas. Posteriormente, para las evaluaciones se consideró un total de 10 plántulas emergidas de la parte central para evitar efectos del borde.

Tratamientos

De acuerdo a los tratamientos donde se involucró a la escarificación física y mecánica se emplearon los tratamientos que observamos en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos de escarificación física (EF) y mecánica (EM) en semillas de tara

T	Descripción	Tipo	Tiempo
1	Remojada en agua fría	EF	3 días
2	Remojada en agua fría	EF	5 días
3	Remojada en agua fría	EF	7 días
4	Picada y remojada	EM	12 horas
5	Picada y remojada	EM	24 horas
6	Remojada en agua caliente a T° de ebullición	EF	1 minuto y remojada en agua fría/12 horas
7	Remojada en agua caliente a T° de ebullición	EF	3 minutos y remojada en agua fría/12 horas
8	Remojada en agua caliente a T° de ebullición	EF	5 minutos y remojada en agua fría/12 horas

Recolección de las semillas

Las semillas de tara, fueron recolectadas en el distrito de la Jalca, al menos 10 a 20 plantas jóvenes, vigorosas y en buen estado fitosanitario. El número de vainas recolectadas por árbol fue la misma cantidad.

Obtención de las semillas y aplicación de los tratamientos

Tras la recolección, se procedió a desvainar para obtener las semillas de tara, seleccionando las de un tamaño uniforme evitando aquellas de las partes extremas. Tras tener un promedio de 2000 semillas se procedió a la aplicación de los tratamientos de escarificación física (remojo en agua fría y hervida) y mecánica (corte de la testa) de acuerdo al Tabla 1.

Siembra de las semillas

En la almaciguera con el sustrato preparado, se sembraron de forma directa para todo el experimento un total 1920 semillas tratadas (80 por tratamiento y 640 por repetición). Para la siembra de las semillas se consideró una profundidad de 2 veces su espesor y se cubrió con una capa de arena.

Riego

Después de la siembra se aplicó un riego ligero, para dar las condiciones necesarias para el inicio de la germinación y posterior emergencia de las plántulas. Posteriormente el riego se aplicó de 2 a 3 veces por semana de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona y necesidad de las plántulas.

Medición de las variables

Porcentaje de emergencia de plántulas (PE)

Para el porcentaje de emergencia de las plántulas de tara se realizó un seguimiento desde la siembra y se evaluó hasta que emerjan más del 50 % de las plántulas.

Se determinó con la siguiente fórmula (Cárdenas 2011):

$$PE = \frac{\text{semillas germinadas}}{\text{semillas totales}} * 100$$

Índice de velocidad de emergencia (IVE)

Se midió el índice de la tasa de emergencia (Cárdenas 2011), es decir la velocidad de emergencia de acuerdo al número total de semillas germinadas por un período de tiempo donde la mayor parte de las plántulas emergieron (dos meses), mediante la siguiente fórmula:

$$IVE = NP/D + NP/D + \dots + NP/D$$

Donde:

NP = número de plántulas emergidas

D = días después de la siembra

Altura de plántula (cm)

La evaluación de altura de plántula se realizó a 10 plántulas por tratamiento, desde la base del tallo hasta el ápice de cada una de ellas.

Número de hojas

Para el número de hojas se evaluó 10 plántulas contando las hojas compuestas en cada una. Se consideró solo las hojas verdaderas.

Longitud de raíz (cm)

La longitud de raíz igualmente se realizó la evaluación en 10 plántulas midiendo la raíz de cada planta.

Cabe mencionar que las evaluaciones de las variables se llevaron a cabo hasta que las plántulas registraron de 6–9 cm, cuando están ya listas para el trasplante a campo, o sea unos 2 meses

Procesamiento de datos

El procesamiento de los datos para las variables porcentaje de germinación, índice de velocidad de emergencia, altura y longitud de plántula se utilizó el software R x 64 3.3.1 (referencia, poner la de otro número) aplicando la prueba de Duncan al 5% de significación.

III. RESULTADOS

Porcentaje de emergencia de plántulas

En la variable porcentaje de germinación de plántulas según el análisis de varianza con la prueba de Duncan ($p < 0,05$) existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos de escarificación cuyos datos de porcentaje fueron transformados a la función $\sqrt{X+5}$ para garantizar que pertenezcan a una distribución normal, además presentaron un coeficiente de variación de 28,97 % lo que indica la confiabilidad de los datos en experimentos agrícolas (Patel *et al.*, 2001) (Tabla 2).

Tabla 2. Prueba de medias para la variable porcentaje de emergencia de plántulas 10cm

Tratamiento	Media	Media $\sqrt{X+5}$	Rango
T5	93.75	4.45	A
T4	91.67	4.38	A
T3	28.75	2.65	B
T2	23.75	2.62	B
T1	20.42	2.55	B
T6	20.42	2.50	BC
T7	9.58	2.36	BC
T8	4.17	2.28	D

Según los resultados obtenidos en la Figura 1 en la escarificación mecánica en los tratamientos 4 y 5 donde la testa fue cortada, se lograron los mayores valores promedios de porcentaje de emergencia de plántulas con 4,38 (91,67 %) y 4,45 (93,75 %). El menor valor promedio se logró en la escarificación física en el tratamiento 8 con 2,28 (4,17 %).

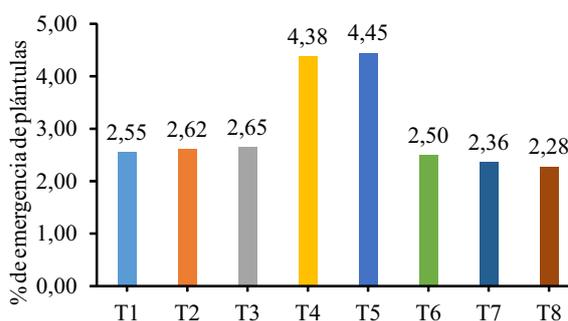


Figura 1. Porcentaje de emergencia acumulada en plántulas de tara.

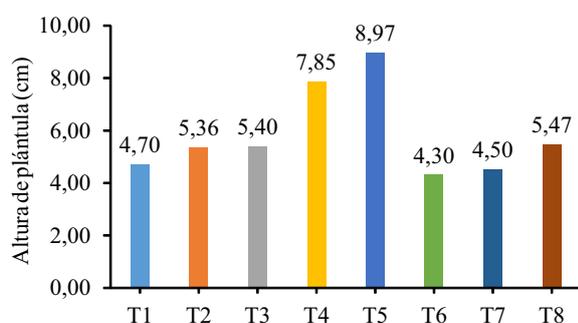
Altura de plántulas

Para la variable altura de plántulas en la Tabla 3, de acuerdo a la prueba estadística de Duncan, que el análisis de varianza ha determinado diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos de escarificación con coeficiente de variación de 28,51 %.

Tabla 3. Prueba de medias para la variable altura de plántulas.

Tratamiento	Media	Rango
T5	8,97	A
T4	7,85	A
T8	5,47	B
T3	5,40	B
T2	5,36	B
T1	4,70	B
T7	4,50	B
T6	4,30	B

En la Figura 2 se puede apreciar que los tratamientos 4 y 5 con escarificación mecánica presentaron los mayores promedios de altura de plántula con 7,85 y 8,97 cm superando ambos a los demás tratamientos con escarificación física.

**Figura 2.** Altura de plántulas de tara.

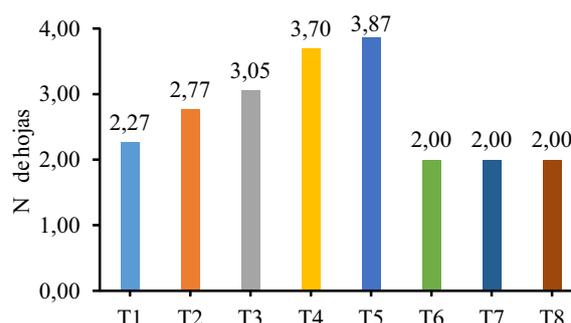
Número de hojas

Para la variable número de hojas, de acuerdo al análisis de varianza existe diferencias altamente significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos de escarificación con 27,5 % de coeficiente de variación según el análisis estadístico de Duncan (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba de medias para la variable número de hojas.

Tratamiento	Media	Rango
T5	3,87	A
T4	3,70	A
T3	3,05	B
T2	2,77	B
T1	2,27	C
T6	2,00	C
T7	2,00	C
T8	2,00	C

En la Figura 3 se comprueba que los tratamiento 4 y 5 han presentado los mayores promedios de número de hojas con 3,70 y 3,87. En cambio el menor número de hojas correspondió a los tratamientos 1, 6, 7 y 8.

**Figura 3.** Número de hojas en plántulas de tara.

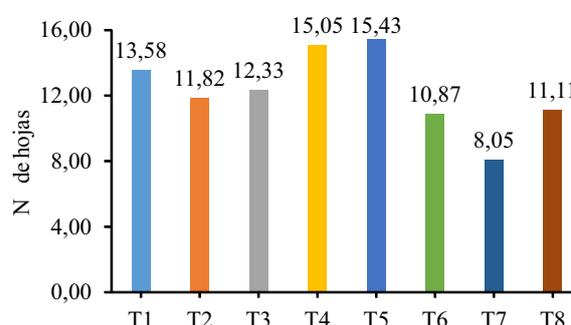
Longitud de raíz

De acuerdo al análisis de varianza mediante la prueba de Duncan señala que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos de escarificación con 23,16 % de coeficiente de variación (Tabla 5).

Tabla 5. Prueba de medias para la variable longitud de raíz.

Tratamiento	Media	Rango
T5	15,43	A
T4	15,05	A
T1	13,58	AB
T3	12,33	AB
T2	11,82	AB
T8	11,11	BC
T6	10,87	BC
T7	8,05	C

En la Figura 4 se puede observar que los tratamientos 4 y 5 con escarificación mecánica obtuvieron los promedios más altos de longitud de raíz con 15,05 y 15,43 cm respectivamente. Mientras tanto el menor promedio se obtuvo mediante la escarificación física en el tratamiento 7 con 8,05 cm.

**Figura 4.** Longitud de raíz en plántulas de tara

Índice de velocidad de emergencia

Para la variable de índice de velocidad de emergencia de acuerdo al análisis de varianza mediante la prueba de Duncan ($p < 0,05$) presentaron diferencias altamente

significativas, igualmente para garantizar que los datos pertenezcan a una distribución normal fueron transformados a la función Log (x+1) con coeficiente de variación de 27,29% (Tabla 6).

Tabla 6. Prueba de medias para la variable el índice de velocidad de emergencia de altura de plántulas

Tratamiento	Media	Media Log(x + 1)	Rango
T5	14,85	1,98	A
T4	14,16	1,97	A
T3	2,03	1,47	B
T2	1,86	1,39	BC
T1	1,54	1,33	C
T6	1,24	1,32	C
T7	0,46	0,93	D
T8	0,28	0,77	E

En la Figura 5 se muestra el índice de velocidad de emergencia donde los tratamientos que mejor respondieron fueron el 4 y 5 con escarificación mecánica donde presentaron valores promedios de 1,97 (14,16) y 1,98 (14,85) respectivamente. El menor valor promedio se presentó en la escarificación física en el tratamiento 8 con 0,77 (0,28).

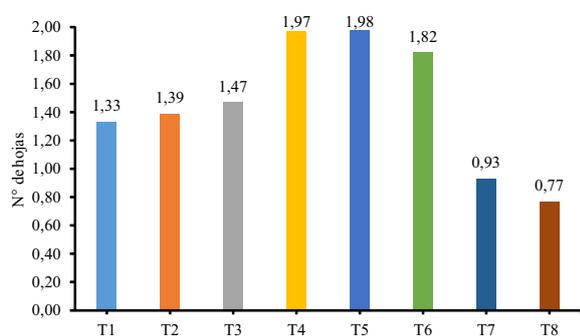


Figura 5. Índice de velocidad de emergencia acumulada en plántulas de tara.

IV. DISCUSIÓN

Observando los resultados de la investigación, se puede determinar que la escarificación física tuvo mayor influencia sobre las características morfológicas y en el proceso de germinación en las plántulas de *C. spinosa* y además por haber eliminado la latencia en forma más rápida y práctica. Al aplicar el corte de la testa, se propició que la semilla absorba el agua del exterior de forma inmediata, y se active el proceso de germinación entre las 12 y 24 horas con valores del 93,75 % y 91,67 % de germinación. Estos resultados, concuerdan con los de otras investigaciones, donde la escarificación mecánica a través de material rugoso como la lija

se obtuvo el 98,90 % de germinación y/o la emergencia de plántulas en la especie *Caesalpinia platyloba* (Sánchez-Soto *et al.*, 2016). Igualmente, en el estudio de Susanibar (2013), se aplicó una escarificación mecánica y física, primero picando las semillas de *Caesalpinia espinosa* y luego remojando las mismas en agua fría por un período de entre 12 y 24 horas, logrando alcanzar el 99,33 % y el 99 % de germinación. Sin embargo, remojando las semillas en agua caliente, se daña el embrión, puesto que se dan los porcentajes de germinación, con promedios del 37,33 % y el 3,67%, acercándose a los resultados obtenidos en nuestra investigación, alcanzando porcentajes de germinación del 20,42 %, el 9,58 % y el 4,17 % en los tratamientos 6, 7 y 8.

Para las variables de altura de planta y de número de hojas el picado, el remojado de las semillas en agua fría influyó en la obtención de los mayores promedios con 6,48 cm y 8 hojas para ambos períodos de 12 y 24 horas. Resultados parecidos se observan en los tratamientos 4 y 5 con la escarificación mecánica con promedios superiores de 7,85 cm y 8,97 cm de altura de planta, 3,87 y 3,70 número de hojas. Igualmente en la longitud de raíz se alcanzó promedios superiores de 15,43 cm y 15,05 cm, demostrando que las semillas cortadas y embebidas en agua de 12 a 24 horas influyeron en el crecimiento e incremento del área foliar de las plántulas de tara.

También se puede evidenciar el éxito de la escarificación mecánica en especies endémicas de bosques como *C. glabrata* donde la respuesta germinativa estuvo ligada directamente a los tratamientos alcanzando 96 % de germinación acumulada mediante la ruptura de la testa. La alta respuesta germinativa, puede deberse a que la planta madre proporcionó la misma cantidad de recursos en la producción de semillas (Romero-Sarítama *et al.*, 2016).

La tara, por poseer una testa dura y una cutícula impermeable, pudo evidenciar diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a la imbibición al aplicar la escarificación física (remojo en agua fría por 3, 5 y 7 días). Parece ser, que el tiempo de remojo no

fue suficiente para incrementar el proceso de germinación, por lo que se requirió un período mayor de remojo ya que la testa dura limitó la capacidad de absorción de agua que evidencia por ende la latencia física de las semillas (Baskin y Baskin, 2013)

Otro aspecto importante es el índice de velocidad de emergencia que se determinó a partir de la germinación de las plántulas, en este sentido el corte de la testa como tratamiento de escarificación mecánica fue un mecanismo que incrementó la aceleración en el proceso germinativo estableciéndose una relación más directa con los tratamientos 4 y 5 con valores de 14.16 y 14.85 quienes presentaron un mejor comportamiento. Esto se demuestra también en la escarificación física como uno de los mejores tratamientos donde semillas de *Bauhinia tarapotensis* "Patevaca" fueron sometidas a imbibición en agua a temperatura ambiente durante 24 horas logrando en este caso un promedio de 4.34 de valor en el índice de velocidad de germinación hasta los 19 días (Méndez-Vargas *et al.*, 2015). Los resultados varían con respecto en ambos casos pudiendo ser por el tipo de escarificación, el tiempo de evaluación, la especie utilizada, el grosor y contenido de la testa; pero se debe enfatizar la relación directa que existe entre la velocidad de emergencia y/o germinativa con el tipo de tratamiento germinativo que se aplique a las semillas, dependiendo de esto se va obtener plántulas más vigorosas.

V. CONCLUSIONES

Los mejores resultados obtenidos en el porcentaje de emergencia de plántulas de *C. spinosa* fueron en los tratamientos 4 y 5 con escarificación mecánica alcanzando promedios de 91,67 % y 93,75 %, ya que se eliminó la latencia física y el embrión tuvo mayor facilidad para emerger, siendo un método práctico que se puede utilizar para la propagación de esta especie.

En las variables morfológicas de altura de plántula, número de hojas y longitud de raíz fueron influenciados notoriamente por los tratamientos de escarificación mecánica, demostrándose así que las semillas sin alteraciones internas en su estructura y composición

tendrán una mejor respuesta durante la germinación y emergencia de las plántulas.

Los tratamientos de escarificación física no influyeron adecuadamente en las características morfológicas y germinativas debido al daño que sufrieron las semillas al ser sumergidas en agua hervida y al menor tiempo de remojo, para lo cual se debería sugerir sumergir las semillas en tiempos menores a 1 minuto y remojarlas por un período mayor a una semana.

El índice de velocidad de emergencia viene a ser un indicador del vigor de las semillas lo que determinó de acuerdo a los resultados la relación de los tratamientos de escarificación en el proceso germinativo y de emergencia en las plántulas de tara.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Galvez, A., G. Noratto, F. Chambi, F. Debatte, y D. Campos. 2014. "Potential of Tara (*Caesalpinia spinosa*) Gallotannins and Hydrolysates as Natural Antibacterial Compounds." *Food Chemistry* 156: 301–4. doi:10.1016/j.foodchem.2014.01.110.
- Alvarez-Aquino, C., L. Barradas-Sánchez, O. Ponce-González y G. Williams-Linera. 2014. "Soil Seed Bank, Seed Removal y Germination in a Seasonally Dry Tropical Forest in Veracruz, Mexico." *Botanical Sciences* 92(1): 111–21.
- Atencio, L., R. Colmenares, M. Ramírez y D. Marcano. 2003. "Tratamientos Pregerminativos En Acacia San Francisco (*Peltophorum pterocarpum*) Fabaceae." *Revista de La Facultad de Agronomía* 20: 63–71. Recuperado de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182003000100007.
- Baskin, C. C. y J. M. Baskin. 2013. *Seeds Ecology, Biogeography y Evolution of Dormancy and Germination*. Londres (Reino Unido): Academic Press Elsevier. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
- Baskin, J. M. y C. C. Baskin. 2004. "A Classification System for Seed Dormancy." *Seed Science*

- Research* 14: 1–16. doi:10.1079/SSR2003150.
- Bewley, J. D. 1997. "Seed Germination and Dormancy." *The Plant Cell* 9 (7): 1055–1066. doi:10.1105/tpc.9.7.1055.
- Cárdenas, J. F. 2011. *Morfología y Tratamientos Pregerminativos de Semillas de Granadilla (Passiflora ligularis Juss)*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (Colombia).
- Castell-Escuer, J. C. 2012. *Tara (Caesalpinia spinosa): The Sustainable Source of Tannins for Innovative Tanning Processes*. Tesis de Doctorado. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona (España).
- Cordero, I., B. Ruiz-Díez, L. Balaguer, A. Richter, J. J. Pueyo, y A. Rincón. 2017. "Rhizospheric Microbial Community of *Caesalpinia spinosa* (Mol.) Kuntze in Conserved and Deforested Zones of the Atiquipa Fog Forest in Peru." *Applied Soil Ecology* 114: 132–41. doi:10.1016/j.apsoil.2017.02.015.
- Coronel de Renolfi, M., G. Cardona, M. Ewens, y E. Ibarra. 2013. "Productividad y Requerimientos de Mano de Obra En La Producción Comercial de Plantines de Algarrobo Blanco (*Prosopis alba*). El Caso Del Vivero Forestal de La Estación Experimental Fernández, Santiago Del Estero Productivity." *Quebracho* 21 (1–2): 26–38.
- Dodds, R. M. 2015. *Evaluación de Proyecto de Pre Factibilidad Para La Plantación e Instalación de Una Planta Piloto de Extracción de Harina y Goma de Tara (Caesalpinia spinosa) En Chile*. Tesis de Ingeniería. Universidad de Chile. Santiago de Chile (Chile).
- Doria, J. 2010. "Generalidades Sobre Las Semillas: Su Producción, Conservación y Almacenamiento." *Cultivos Tropicales* 31 (1): 74–85. doi:10.1016/S0168-6496(98)00035-X.
- Dostert, N., J. Roque, G. Brokamp, A. Cano, M. Weigend, y M. I La Torre. 2009. *Factsheet : Datos Botánicos de Tara*. Lima (Perú): Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Finch-Savage, W. E., y G. Leubner-Metzger. 2006. "Seed Dormancy and the Control of Germination." *The New Phytologist* 171 (3): 501–23. doi:10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x.
- Méndez-Vargas, D. F., L. D. Trujillo-Vela, N. Cabrera-López, y C. Becerra-Ordoñez. 2015. "Evaluación de Métodos de Escarificación En Germinación, Crecimiento y Producción Biomasa de Bauhinia Tarapotensis Benth Diego." *Momentos de Ciencia* 12 (1): 54–59.
- Oliva, M., F. Vacalla, D. Pérez, y A. Tucto. 2014. *Vivero Forestal Para Producción de Plantones de Especies Forestales Nativas: Experiencia En Molinopampa, Amazonas - Perú*. Chachapoyas (Perú): ITTO/MINAGRI/SERFOR/IIAP.
- Ortega-Baes, P., M. L. De Viana, G. Larenas, y M. Saravia. 2001. "Germinación de Semillas de *Caesalpinia paraguariensis* (Fabaceae): Agentes Escarificadores y Efecto Del Ganado." *Revista de Biología Tropical* 49 (1): 1–15.
- Patel, J. K., N. M. Patel, y R. L. Shiyani. 2001. "Coefficient of Variation in Field Experiments and Yardstick Thereof - An Empirical Study." *Current Science* 81 (9): 1163–64.
- Romero-Saritama, J. M., V. B. Orellana-Armijos, y M. J. Balseca-Ruiz. 2016. "Morphology, Imbibition and Germination of *Caesalpinia glabrata* Kunth (Fabaceae) Seeds Distributed in a Tropical Dry Forest." *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 15 (2): 89–101. doi:10.5154/r.rhsza.2016.05.004.
- Rossini-Oliva, S. R., B. Valdés, M. C. Andrés, F. Márquez-Campón, y M. Bueso-López. 2006. "Especies Americanas De Fabaceae Y Bignoniaceae Cultivadas En Sevilla (So España)." *Lagasalia* 129: 119–29.
- Sánchez-Paz, Y., y M. Ramírez-Villalobos. 2006. "Tratamientos Pregerminativos En Semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y

- Prosopis juliflora* (Sw.) DC.” *Revista de La Facultad de Agronomía* 23 (3): 114–24. Recuperado de : http://200.74.222.178/index.php/agronomia/article/view/11392%0Ahttp://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182006000100010.
- Sánchez-Soto, B. H., E. Pacheco-Aispuro, Á. Reyes-Olivas, G. A. Lugo-García, P. Casillas-Álvarez, y C. P. Saucedo-Acosta. 2016. “Ruptura de Latencia Física En Semillas de *Caesalpinia platyloba* S. Watson.” *INTERCIENCIA* 41 (10): 691–95.
- Susanibar, T. D. 2013. *Evaluación de Emergencia de Semillas Escarificadas de Caesalpinia Spinosa 'Tara' Por Métodos Mecánicos y Físicos*. Tesis de Grado. Universidad Nacional José Faustino Sanchez Carrion. Huacho (Peru).
- Trigiano, R. N., y D. J. Gray. 2011. *Plant Tissue Culture, Development y Biotechnology*. Boca Raton (EEUU) CRC Press. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.