



The Biologist (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

GERMINATION OF *CAESALPINIA SPINOSA* (TARA) AS AFFECTED BY TEMPERATURE AND GIBBERELIC ACID

EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y EL ÁCIDO GIBERÉLICO EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *CAESALPINIA SPINOSA* (TARA)

Teresa Lindo-Angulo¹; María Isabel La Torre-Acuy^{1,2} & Daniel Ángel Luján-Roca^{3*}¹Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.²Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.³Facultad de Salud y Nutrición, Universidad Privada Telesup, Lima, Perú.*Autor para correspondencia: Av. Arequipa 1938, Lince, Lima, Perú. Teléfono: 51 (1) 993848247.
d_lujan@terra.com

ABSTRACT

Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze, commonly known as tara (Quechua), is a tree of the family Fabaceae, native to Peru. The aim of this work was to evaluate germination of *C. spinosa* at two temperatures (85 and 53 °C) (*in soil* evaluation) and two concentrations of gibberellic acid (GA₃) (0.5 and 1 ppm) (*in vitro* evaluation). Seeds collected in the city of Pisco, Ica, Peru, were used. In *in soil* evaluation was observed an overall germination gain of 93.3%, at 53 and 85 °C, while *in vitro* evaluation was 70% with 0.5 ppm GA₃, and 100% with 1 ppm GA₃. It was concluded that heat treatment (53 and 85 °C) for 24 - 48 h and immersion in 1 ppm GA₃ may facilitate germination.

Keywords: *Caesalpinia spinosa* – germination – gibberellic acid – Peru – temperature

RESUMEN

Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze, comúnmente conocida como tara (Quechua), es un árbol de la familia Fabaceae, nativa del Perú. El propósito de este trabajo fue evaluar la germinación de *C. spinosa* a dos temperaturas (85 y 53 °C) (evaluación *en suelo*) y a dos concentraciones de ácido giberélico (AG₃) (0,5 y 1 ppm) (evaluación *in vitro*). Se usaron semillas colectadas de la ciudad de Pisco, Ica, Perú. En la evaluación *en suelo* se observó una ganancia global en germinación de 93,3%, tanto a 53 como a 85 °C, mientras que en la evaluación *in vitro* fue de 70% con 0,5 ppm AG₃ y de 100% con 1 ppm AG₃. Se concluye que el tratamiento con calor (53 y 85 °C) durante 24 - 48 h y la inmersión en 1 ppm de AG₃ pueden facilitar la germinación.

Palabras clave: ácido giberélico – *Caesalpinia spinosa* – germinación – Perú – temperatura

INTRODUCCIÓN

Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze, también conocida como “tara”, es un árbol originario del Perú, utilizado por las culturas inca y pre-incas en la medicina tradicional. Su porte alcanza de dos a tres m de altura, de fuste corto, cilíndrico, a veces tortuoso, cuyo tronco está provisto de una corteza gris espinosa con ramas densamente pobladas. Se encuentra a lo largo de las zonas áridas y semiáridas del Perú (De la Cruz, 2004; Trinidad *et al.*, 2012). La producción de frutos inicia alrededor de los tres años después de la siembra, floreciendo durante casi todo el año. Estas características la convierten en una opción de desarrollo económico e industrial para los pueblos andinos (Olivera *et al.*, 2011).

Posee taninos, sustancias ampliamente utilizadas en peletería, curtiembre, pegamentos y barnices (Melo *et al.*, 2013); la goma se usa como estabilizante, emulsionante y espesante de alimentos (Restrepo *et al.*, 2010); la madera tiene uso en carpintería, construcción y como leña (Olivera *et al.*, 2011); es una planta ornamental recurrente en parques y jardines (Dostert *et al.*, 2013); es usada en programas de protección y restauración de suelos andinos (Sotomayor & Jiménez, 2008), y contiene propiedades antioxidantes (Avilés *et al.*, 2010).

La germinación es epigea, e inicia entre los 8 a 12 días después de la siembra, y finaliza a los 20 días, la cual depende de la interacción de factores externos (luz, nutrientes, agua y temperatura) e internos (hormonas). Debido a su testa dura, se han probado con éxito tratamientos pre-germinativos que permiten acelerarla y uniformizarla. La temperatura es uno de estos, consiste en dejar las semillas en un recipiente con agua caliente, agua fría o agua tibia durante 24 a 48 h, para reblandecerla, sembrándolas justo después del proceso (Rodríguez, 2008). Por otra parte, el ácido giberélico (AG₃) participa en el control y la promoción de la germinación, pudiendo romper la latencia, reemplazando la necesidad de estímulos ambientales, tales como luz y temperatura (Saldivar-Iglesias *et al.*, 2010).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la participación de la temperatura y el ácido

giberélico en la germinación de semillas de *C. spinosa*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Procedencia de las semillas: Centro de Municiones del Ejército (CEMUNE), región de Pampa Cabeza de Toro, distrito de Independencia (211 msnm), ciudad de Pisco, departamento de Ica, Perú.

Establecimiento del experimento: Laboratorios de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.

Ensayo al tetrazolio: Se utilizaron 20 semillas escogidas al azar, las cuales fueron embebidas previamente por 24 h y cortadas ligeramente en la zona basal. Luego se colocaron en 5 viales, conteniendo 4 semillas cada uno, se agregó el reactivo en cantidad suficiente para cubrirlos. Todo el procedimiento se realizó en condiciones de oscuridad. Las observaciones se hicieron 24 h después.

Diseño experimental en suelo: 60 semillas se sumergieron en agua caliente a dos temperaturas: 53 y 85 °C, ambas durante 24 a 48 h. Posteriormente se procedió a la desinfección de las semillas, sumergiéndolas en alcohol a 70% por 30 min, se enjuagaron primero con agua esterilizada más NaClO al 2,5% por 5 min y finalmente cuatro enjuagues con agua esterilizada. Se eligieron 30 semillas y se les retiró la testa. Para la siembra se utilizaron 12 envases de plástico transparentes de 15 x 12 cm, en cada envase se sembraron 5 semillas. El sustrato consistió de musgo, arena fina y compost (1:1:1).

Diseño experimental in vitro: 60 semillas en el siguiente medio de cultivo: 1,35 mL de solución hidropónica UNMSM A[®], 1,35 mL de solución hidropónica UNMSM B[®], suplementado con 7,1 g de sacarosa, 0,72 g de agar, 75 uL de 6-bencilaminopurina y 25 uL de ácido naftalenacético, se dispensó en tubos de ensayo (3 mL por tubo). El pH se ajustó a 5,81. Los tratamientos evaluados fueron 2 concentraciones de AG₃: 0,5 ppm y 1 ppm. Los 60 tubos de ensayo

fueron esterilizados en autoclave. La desinfección de las semillas se realizó en idéntica forma al diseño *en suelo*. Se eligieron 30 semillas al azar y se les retiró la testa. El sembrado se realizó en cámara ultra violeta. Se colocó una semilla por tubo de ensayo, se acondicionaron en cuarto de cultivo, con 28,1 °C de temperatura, 45% de humedad relativa y luz por fluorescentes.

Aspectos éticos: La recolección y utilización de las muestras biológicas (semillas) fue de manera oportuna y sin generar ningún efecto dañino a la planta. Se respetaron todos los protocolos para la siembra *en suelo* e *in vitro*.

Análisis de los datos: La germinación (protrusión de la radícula, 2 mm) fue registrada semanalmente, durante 4 semanas, determinándose frecuencias, porcentajes, intervalos de confianza y ANDEVA para comparación entre tratamientos usando el programa OpenEpi versión 3.03a.

RESULTADOS

La prueba con tetrazolio confirmó la viabilidad de las semillas al 100% (20/20, IC 95 % = 86,09 – 100).

En la evaluación *en suelo* se obtuvo en el caso de semillas con testa 86,7% (IC 95% = 62,48 – 97,7) de germinación para el tratamiento con 53 °C y 93,3% (IC 95% = 71,27 – 99,67) para el caso del tratamiento con 85 °C. Correspondiente a las semillas sin testa se obtuvieron valores de 100% para el tratamiento con 53 °C (IC 95% = 81,9 – 100) y 93,3% (IC 95% = 71,27 – 99,67) para el tratamiento con 85 °C (Fig. 1).

En la evaluación *in vitro* las semillas con testa registraron 100% (IC 95% = 81,9 – 100) de germinación con 1 ppm de AG₃ mientras que con 0,5 ppm y 1 ppm de AG₃ en semillas sin testa se obtuvo 93,3% (IC 95% = 71,27 – 99,67) y 100%



Figura 1. Germinación de *Caesalpinia spinosa* en suelo.

(IC 95% = 81,9 – 100), respectivamente. No obstante, el porcentaje en semillas con testa tratadas con 0,5 ppm de AG_3 fue menor (46,7%, IC 95% = 23,2 – 71,32) (Fig. 2).

La prueba de ANDEVA para comparación entre los tratamientos indicó que no existen diferencias significativas entre los mismos ($F=0,190$) (Fig. 3).

DISCUSIÓN

A 85 °C, los resultados de germinación fueron homogéneos, 93,3% (IC 95% = 71,27 – 99,67) tanto para semillas con y sin testa, en general la escarificación por calor es uno de los métodos más populares debido a su uso simple y fácil, varios



Figura 2. Germinación de *Caesalpinia spinosa* *in vitro*.

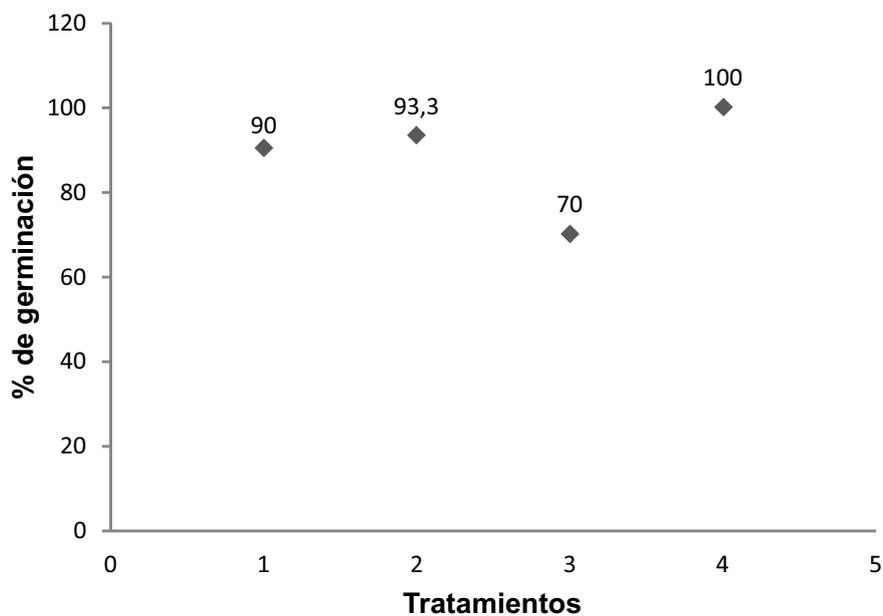


Figura 3. Porcentajes de germinación de semillas de *Caesalpinia spinosa* según los distintos tratamientos (ANDEVA, $F=0,190$; $p>0,05$).

rangos de temperatura desde menos de 40 a más de 100 °C han sido usados para probar la capacidad de quebrar la latencia física de las semillas de cubierta dura (Kimura & Islam, 2012), lo que va a permitir la posterior imbibición de agua y la germinación cuando las condiciones ambientales sean adecuadas (Santana *et al.*, 2010). Los resultados presentaron similitud con los obtenidos en semillas de *Acacia suaveolens* (Sm.) Willd., 1806) (Fabaceae), donde se evaluaron 6 niveles de temperatura: temperatura control (ambiente), 40, 60, 80, 100 y 120 °C factorialmente combinados con 6 duraciones de exposiciones: 1, 5, 10, 30, 60 y 120 min observándose que el máximo de germinación (100%) se obtuvo a 80 °C (Auld & O'Connell, 1991). Caso contrario en semillas de *Senna corymbosa* (Lam.) H.S. Irwin & Barneby, 1982 (Fabaceae) sometidas a calor húmedo por tres minutos a 60, 70, 80 y 90 °C, el calor húmedo por encima de 70 °C fue nocivo en la germinación de las semillas, el tratamiento a 60 °C fue eficiente para superar la latencia del tegumento y elevar por encima del 90 % la germinación (Dos Santos *et al.*, 2008).

Con 1 ppm de AG₃ tanto en semillas con y sin testa se obtuvo 100% (IC 95% = 81,9 – 100) de germinación. Al respecto se menciona que la presencia de niveles adecuados de este ácido en las semillas estimula la síntesis, la activación y la secreción de enzimas hidrolíticas, principalmente α -amilasa, la liberación de azúcares reductores y aminoácidos que son esenciales para el crecimiento del embrión (Vieira *et al.*, 2002). Asimismo que la concentración de 1 ppm es la más adecuada para la germinación de las semillas (Rojas-Aréchiga *et al.*, 2011), aunque, esto depende de la especie en evaluación (Rosner *et al.*, 2002). En el presente trabajo se observó un mayor porcentaje de germinación a los que se obtuvieron en *Cercis siliquastrum* (Linnaeus, 1753) (Fabaceae), en el cual se humedecieron semillas por 24 h y se obtuvo 63% de germinación con el uso de 0,5 ppm de AG₃ a una temperatura de 20 °C (Grbić *et al.*, 2014); del mismo modo, en semillas de *Pterocarpus angolensis* (De Candolle, 1825) (Fabaceae), que fueron sumergidas en una solución de 0,1 ppm de AG₃ en oscuridad por 24 h, se registró una tasa de germinación de 60% a temperaturas alternadas entre 10 a 40 °C (Van der Riet *et al.*, 1998); mientras que en semillas de *Peltophorum pterocarpum* (DC.) Backer ex

K. Heyne, 1927 (Fabaceae), sumergidas 24 h en una solución con 0,2 ppm de AG₃ la germinación fue de 40% (Atencio *et al.*, 2003).

Globalmente con 1 ppm de AG₃ se obtuvo la mejor performance de germinación (100%), sin embargo, la comparación entre tratamientos no mostró diferencias significativas entre los mismos ($p > 0,05$).

Como limitantes mencionaríamos la falta de pruebas de germinación del lote de semillas antes de los experimentos y el acondicionamiento de la densidad de siembra en base a los resultados de estas (Rodríguez *et al.*, 2014).

Se concluye que en el sistema *en suelo*, las temperaturas de 53 y 85 °C, y en el sistema *in vitro*, 1 ppm de AG₃, facilitan la germinación tanto homogénea como completa de las semillas de *C. spinosa*, respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

A Maria Geralda Fagundes Penido, BA, por su asistencia administrativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atencio, L.; Colmenares, R.; Ramírez-Villalobos, M. & Marcano, D. 2003. Tratamientos pregerminativos en acacia San Francisco (*Peltophorum pterocarpum*) Fabaceae. Revista de la Facultad de Agronomía (Luz), 20: 63-71.
- Auld, T.D. & O'Connell, M.A. 1991. Predicting patterns of post-fire germination in 35 eastern Australian Fabaceae. Australian Journal of Ecology, 16: 53-70.
- Avilés, R.; Carrión, J.; Huamán, J.; Bravo, M.; Rivera, D.; Rojas, N. & Santiago, J. 2010. Actividad antioxidante, polifenoles totales y contenido de taninos de extractos de tara, *Caesalpinia spinosa*. Revista Peruana de Química e Ingeniería Química, 13: 5-11.
- De la Cruz, P. 2004. Aprovechamiento integral y racional de la tara *Caesalpinia spinosa* –

- Caesalpinia tinctoria*. Revista del Instituto de Investigación FIGMMG, 7: 64-73.
- Dos Santos, F.; Schlindwein, G.; Rossoni, M.G. & de Azambuja, A.C. 2008. Influência de procesos de escafricação na embebição e germinação de *Senna corymbosa* (Lam.) H.S. Irwin & Barneby. Pesquisa Agropecuaria Gaúcha, 14: 57-61.
- Dostert, N.; Roque, J.; Brokamp, G.; Cano, A.; la Torre, M.; Weigend, M. & Flores, D. 2013. Siete especies de plantas vasculares de importancia económica en el Perú: fichas botánicas. Arnaldoa, 20: 359-452.
- Grbić, M.; Skočajić, D.; Đukić, M.; Đunisijević-Bojović, D.; Obratov-Petković, D. & Bjedo, D.I. 2014. Breaking of judas tree dormancy by plant hormones treatment. Bulletin of the Faculty of Forestry, 109: 73-84.
- Kimura, E. & Islam, M.A. 2012. Seed scarification methods and their use in forage legumes. Research Journal of Seed Science, 5: 38-50.
- Melo, M.; Glorio, P. & Tarazona, G. 2013. Efecto de la madurez en los componentes de valor comercial (taninos y goma) de *tara Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze. Revista de la Sociedad Química del Perú, 79: 218-228.
- Olivera, P.; Tamariz, C.; Castillo, F. & Choy, M. 2011. Características de suelo y usos tradicionales de especies vegetales en la provincia de Huaraz, Ancash, Perú. Revista ECIPerú, 8: 44-47.
- Restrepo, D.A.; Molina, F.A. & Cabrera, K.R. 2010. Efecto de la adición de carragenina kappa I.II y goma de tara sobre características de calidad del jamón de cerdo picado y cocido. Revista Facultad Nacional de Agronomía – Medellín, 63: 5717-5727.
- Rodriguez, MR. 2008. Influencia de la temperatura en la germinación de semillas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “taya” de cuatro localidades del departamento La Libertad, Perú. Arnaldoa, 15: 87-100.
- Rodríguez, M.; Chacón, M. & Carrillo, R. 2014. Efecto de la concentración y de los componentes del medio de cultivo MS sobre la germinación *in vitro* de *Ugni molinae*. Bosque (Valdivia), 35: 119-122.
- Rojas-Aréchiga, M.; Aguilar, K.M.; Golubov, J. & Mandujano, M.C. 2011. Effect of gibberellic acid on germination of seeds of five species of cacti from the chihuahuan desert, Northern Mexico. The Southwestern Naturalist, 56: 393-400.
- Rosner, L.S.; Harrington, J.T.; Dreesen, D.R. & Murray, L. 2002. Effect of gibberellic acid and standard seed treatments on mountain snowberry germination. Native Plants Journal, 3: 155-162.
- Saldívar-Iglesias, P.; Laguna-Cerda, A.; Gutiérrez-Rodríguez, F. & Domínguez-Galindo, M. 2010. Ácido giberélico en la germinación de semillas de *Jaltomata procumbens* (CAV.) J.L. Gentry. Agronomía Mesoamericana, 21: 327-331.
- Santana, V.M.; Bradstock, R.A.; Ooi, M.K.J.; Denham, A.J.; Auld, T.D. & Baeza, M.J. 2010. Effects of soil temperature regimes after fire on seed dormancy and germination in six Australian Fabaceae species. Australian Journal of Botany, 58: 539-545.
- Sotomayor, D.A. & Jiménez, P. 2008. Patrones de sucesión vegetal: implicancias para la conservación de las lomas de Atiquipa del desierto costero del sur del Perú. Zonas Áridas, 12: 74-96.
- Trinidad, H.; Huamán, E.; Delgado, A. & Cano, A. 2012. Flora vascular de las lomas de Villa María y Amancaes, Lima, Perú. Revista Peruana de Biología, 19: 149-58.
- Van der Riet, K.; Van Rensburg, L.; Correia, R.I.S.; Mienie, L.J. & Kruger, G.H.K. 1998. Germination of *Pterocarpus angolensis* DC. and evaluation of the possible antimicrobial action of the phloem sap. South African Journal of Plant and Soil, 15: 141-146.
- Vieira, A.R.; Carvalho, M.G.G.; FragaII, A.C.; Oliveira, J.Á. & dos Santos, C.D. 2002. Action of gibberellic acid (GA₃) on dormancy and activity of alpha-amylase in rice seeds. Revista Brasileira de Sementes, 24: 43-48.

Received December 15, 2016.
Accepted January 29, 2017.