



DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i62.792>

Nota de Investigación

## **Germinación de semillas de *Quercus humboldtii* Bonpl. (Fagaceae): especie vulnerable del bosque Altoandino**

## **Germination of *Quercus humboldtii* Bonpl. (Fagaceae) seeds: vulnerable species of the high Andean forest**

Enrique Quevedo García<sup>1</sup> y Andrés Iván Prato Sarmiento<sup>2\*</sup>

### **Abstract**

The Colombian oak (*Quercus humboldtii*) is an endemic dominant and vulnerable species of the high Andean forest. The wood and fruits have traditionally been used on a small scale by rural populations. A greater synchrony of the germination process might facilitate the production of seedlings for conservation plans. In a forest nursery, the emergence was evaluated according to immersion of seeds in four solutions of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) during 24 h (0, 150, 300 and 600 mg L<sup>-1</sup>), at 4 °C. A completely randomized design was adopted, with four replications of 25 seeds. The mean emergence time was 32 days, without differences between doses. There was no effect of GA<sub>3</sub> for the emergence of seedlings up to a dose of 300 mg L<sup>-1</sup> (mean= 92 %); however, there was a negative effect with 600 mg L<sup>-1</sup> (20 %). Fresh seeds of the Andean oak have a high moisture content (38 %), perhaps indicative of a recalcitrant behavior. This study confirms, as in most white oaks in the tropic, the absence of dormancy and the high viability of their seeds. The use of GA<sub>3</sub> is not a useful pre-germinative treatment for accelerating and synchronizing seedling emergency in this species.

**Key words:** Acorns, oak, seedling emergence, dormancy, growth regulator, Andean oak.

### **Resumen**

El roble colombiano (*Quercus humboldtii*) es una especie endémica, dominante y vulnerable de los bosques altoandinos. Su madera y fruto se han utilizado tradicionalmente en pequeña escala por las poblaciones rurales. Una mayor sincronía del proceso de germinación podría facilitar la producción de plántulas para su uso en los programas de conservación. En vivero, se evaluó la emergencia mediante la inmersión de semillas en cuatro soluciones de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) por 24 horas (0, 150, 300 y 600 mg L<sup>-1</sup>), a 4 °C. Se adoptó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones de 25 semillas. El tiempo medio de emergencia tuvo una media de 32 días; sin diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes dosis. No hubo efecto del GA<sub>3</sub> para la emergencia de plántulas hasta 300 mg L<sup>-1</sup> (media= 92 %); sin embargo, fue desfavorable con 600 mg L<sup>-1</sup> (20 %). Las semillas frescas de roble andino poseen un alto contenido de humedad (38 %). Lo anterior revela un probable comportamiento recalcitrante. Este estudio confirma, como en la mayoría de los encinos blancos del trópico, la ausencia de latencia y la alta viabilidad de sus semillas. El uso del GA<sub>3</sub> no es un tratamiento pregerminativo útil para acelerar y uniformizar la emergencia de plántulas de *Q. humboldtii*.

**Palabras claves:** Bellotas, encino, emergencia de plántulas, latencia, regulador vegetal, roble andino.

Fecha de recepción/Reception date: 6 de mayo de 2020

Fecha de aceptación/Acceptance date: 5 de agosto de 2020

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Agronomía, Programa de ingeniería agronómica, Universidad de Pamplona. Colombia.

<sup>2</sup>Centro de Investigación La Suiza, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. Colombia.

\*Autor para correspondencia; correo-e: aprato@agrosavia.co

Dentro de la familia Fagaceae, el género *Quercus* incluye un extenso grupo de 450 especies conocidas como encinos, que se distribuyen en las regiones templadas, subtropicales y tropicales (Xia *et al.*, 2012). En Colombia, el roble andino o colombiano (*Quercus humboldtii* Bonpl.) domina en las tres cordilleras del país, entre un intervalo altitudinal de 700 a 3 500 m (Avella y Rangel, 2014). Su madera y frutos han sido utilizados en pequeña escala por las poblaciones rurales para elaborar postes, cabos de herramientas, artesanías, infusiones y el carbón o leña como fuente de energía doméstica (Ordoñez *et al.*, 2017; Díaz-Rojas *et al.*, 2019).

No obstante, en Colombia el aprovechamiento desmedido de las poblaciones y la degradación de los bosques montanos para ampliar las áreas de ganadería han generado una gran presión, tanto así que la especie se cataloga en estado vulnerable (Moreno y Cuartas, 2015).

Una importante limitación para la propagación de varias especies de encinos es la rápida pérdida de viabilidad de las semillas y el periodo de emergencia poco sincrónico, lo que dificulta la selección de las plántulas vigorosas en el vivero (Kaliniewicz y Tylek, 2018).

Las giberelinas, entre estas el ácido giberélico ( $GA_3$ ), son reguladores del crecimiento vegetal, los cuales se emplean para promover, acelerar y uniformizar el proceso de germinación en especies forestales (Cabello *et al.*, 2019). Aunque la poca información publicada indica que las semillas del roble andino carecen de latencia (Gómez *et al.*, 2013); una mejor caracterización del proceso de emergencia y sincronía facilitaría la producción de plántulas para los programas de conservación de la especie. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia del  $GA_3$  en la germinación de las semillas de *Q. humboldtii*.

El experimento se ejecutó en las instalaciones de la Universidad de Pamplona, municipio Pamplona, Norte de Santander, Colombia (7°23'23.4" N, 72°38' 58.4" O; 2 450 m de altitud); de acuerdo a la clasificación de *Holdrige*, la región se clasifica como bosque húmedo montano bajo, con una media de 13.5 °C y 850 mm año<sup>-1</sup>. Específicamente en un invernadero con tejado en PVC traslúcido y sombra de 50 %, que fue determinada con ceptómetro (AccuPAR LP-80, *Meter Group*), en un día soleado al mediodía. La temperatura

y humedad relativa se registró con un *datalogger* (DT-171, CEM) cada 30 min y tuvo una media de  $15.8 \pm 3.6$  °C y  $75 \pm 9.4$  %, respectivamente. Las bellotas de *Q. humboldtii* se le compraron a la empresa Semillas del Bosque y provenían de Bogotá D.C. (Colombia). Las semillas se colectaron en abril de 2018 y se mantuvieron en bolsas de polietileno a 7 °C, hasta su recepción una semana después.

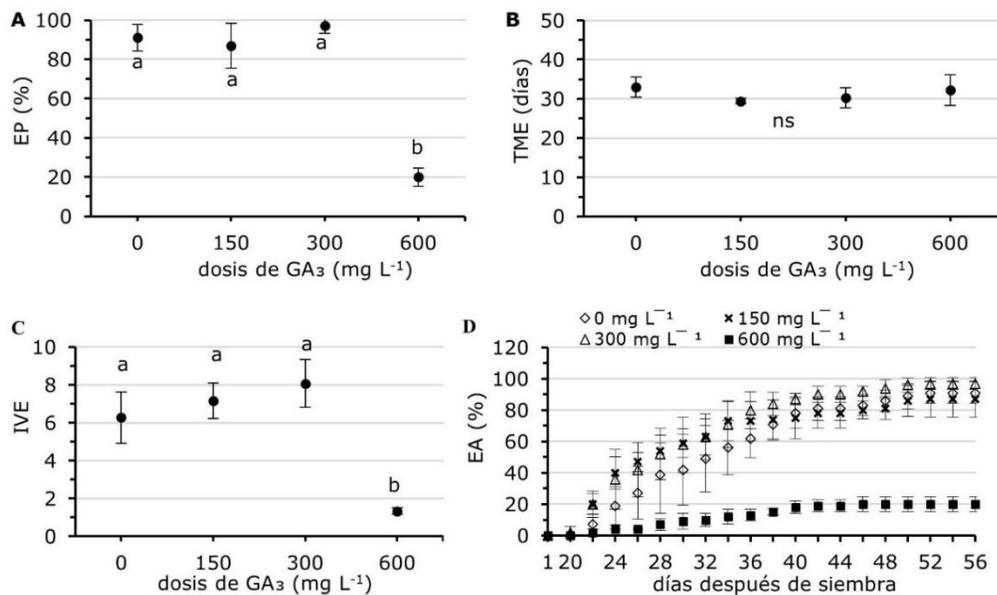
Inicialmente, se determinó el contenido de humedad de las semillas, mediante la media de tres repeticiones de 10 semillas mantenidas por 17 horas a 103 °C en un horno Binder E28; enseguida se pesaron en una balanza analítica (PCB 1000-1, Kern - Sohn) con precisión de 0.1 g, y los resultados se expresaron en porcentaje. Asimismo, se obtuvo el número de semillas por kilogramo y el peso de 1 000 semillas, calculado a partir de la media de cinco repeticiones de 100 semillas, de acuerdo con la cantidad disponible (Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009). Se seleccionaron 100 semillas al azar para la medición de la longitud y diámetro con un vernier digital Ubermann, modelo Rm81 (precisión 0.01 mm).

Las semillas se desinfectaron con hipoclorito de sodio activo al 2 %, durante 5 min; posteriormente se lavaron con agua destilada. Se utilizó arena esterilizada (75 °C por 72 horas) para la siembra. Esta se realizó (28 abril de 2018) de manera individual en bolsas plásticas (10 cm de ancho × 18 cm alto), a una profundidad de 1 cm y se aplicó riego con regadera cuando fue necesario. El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones de 25 semillas por unidad experimental, referente a la inmersión en cuatro soluciones de GA<sub>3</sub> (0, 150, 300 y 600 mg L<sup>-1</sup>) durante 24 horas a 4° C. El tratamiento sin giberelinas fue el remojo en agua destilada. Aquellas semillas que flotaron se descartaron, porque se presumió su inviabilidad, o que estaban infestadas por plagas.

Cada dos días, aproximadamente, se registró el número de plántulas emergidas hasta el cese del proceso en todos los tratamientos. Con esos datos se calcularon las siguientes variables fisiológicas, de acuerdo a lo propuesto por Ranal y Santana (2006): porcentaje de emergencia de plántulas (EP), tiempo medio de emergencia (TME) e índice de velocidad de emergencia (IVE). No se atendieron los supuestos de normalidad y homocedasticidad de las varianzas; por

tanto, las variables se sometieron al análisis no paramétrico mediante la prueba de *Kruskal-Wallis* (valor  $p < 0.05$ ), con el programa estadístico R 3.3.2 (R Core Team, 2017).

Las semillas mostraron un alto contenido de humedad (38.3 %) y peso de 1 000 semillas (13 279 g), con 75 semillas por kilogramo. La media para la longitud y ancho fue  $2.9 \pm 0.22$  cm y  $2.6 \pm 0.3$  cm. La aplicación del GA<sub>3</sub> hasta una dosis de 300 mg L<sup>-1</sup> no promovió la emergencia y tampoco hubo diferencias estadísticas entre las dosis de 0 (91 %), 150 (87 %) y 300 mg L<sup>-1</sup> (97 %), la media fue de 92 %. Sin embargo, a una dosis de 600 mg L<sup>-1</sup> (20 %) el efecto fue desfavorable (Figura 1A). Una respuesta igual se registró en el IVE, con valores de 6.27, 7.17 y 8.08 para las dosis de 0, 150 y 300 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente (media= 7.2; Figura 1C). El TME no fue afectado por el GA<sub>3</sub> y presentó una media para el experimento de 32 días (Figura 1B).



A = Emergencia de plántulas (EP); B = Tiempo medio de emergencia (TME);  
 C = Índice de velocidad de emergencia (IVE); D = Emergencia de plántulas acumulada (EA) en semillas de *Quercus humboldtii* Bonpl. tratadas con GA<sub>3</sub>.  
 Medias con la misma letra no difieren por la prueba de *Kruskal-Wallis* ( $p < 0.05$ );  
 ns = No significativo. Barras verticales indican la desviación estándar de la media.

**Figura 1.** Medias para la emergencia de plántulas – EP.

El proceso de emergencia total fue similar entre el tratamiento testigo, 150 y 300 mg L<sup>-1</sup>, e inició a los 20 DDS y concluyó a los 52 DDS (Figura 1D). Por el contrario, las semillas tratadas con 600 mg L<sup>-1</sup> empezaron la emergencia a los 24 DDS, para alcanzar su máximo valor (20 %) a los 46 DDS.

En este estudio, el alto contenido de humedad de las semillas frescas del roble andino se asemeja a los indicados para dos especies de encinos blancos de México: *Quercus deserticola* Trel y *Quercus rugosa* Nee (50 a 65 %, respectivamente), cuya viabilidad sin tratamientos pregerminativos (85 y 100 %) también es alta (Huerta-Paniagua y Rodríguez-Trejo, 2011; Rodríguez-Trejo y Pompa-García, 2016). La mayoría de las semillas de estos encinos tropicales y subtropicales del subgénero *Quercus* (encinos blancos) son recalcitrantes y con potencial de almacenamiento a bajas temperaturas, apenas unas pocas tienen comportamiento intermedio (Xia *et al.*, 2012). Posiblemente, *Q. humboldtii*, perteneciente al subgénero *Quercus*, presente ese tipo de semilla, pero para verificarlo es necesario evaluar otros criterios, como su tolerancia a la desecación durante el almacenamiento.

La poca sincronía y el largo periodo para finalizar el proceso de emergencia de los encinos, es probable que se deba a una estrategia contra los depredadores naturales, porque sus bellotas son parcialmente comestibles y poseen altos contenidos de proteínas, lípidos y carbohidratos (Liu *et al.*, 2015). Esta misma característica ha sido citada en las bellotas del roble andino, cuyo polvo obtenido de los frutos tostados y molidos podría ser una bebida sustituta del café (Díaz-Rojas *et al.*, 2019).

El tratamiento sin el GA<sub>3</sub> implicó una elevada emergencia; y puesto que, se verificó la permeabilidad de las semillas del roble andino, los resultados sugieren que cuando están frescas no presentan latencia fisiológica (Baskin y Baskin, 2004). Quizás otros métodos pregerminativos, que sí han producido un incremento en la uniformidad y velocidad del proceso de germinación en especies de encinos, como la estratificación en frío, escarificación, remoción del pericarpio o selección de las semillas por tamaño y color (Ghasemi y Khosh-Khui, 2007; Huerta-Paniagua y Rodríguez-Trejo, 2011; Liu

et al., 2015; Rodríguez-Trejo y Pompa-García, 2016; Kaliniewicz y Tylek, 2018) podrían evaluarse a futuro en *Q. humboldtii*.

Se confirma, con el presente estudio, que el roble andino posee semillas frescas, con alto contenido de humedad (38 %) y alta viabilidad (91 %), pues no hay evidencia de latencia. EL GA<sub>3</sub> no es un tratamiento pregerminativo útil para acelerar o uniformizar la germinación de semillas de *Q. humboldtii*.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen al Departamento de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias, programa de Ingeniería Agronómica, perteneciente a la Universidad de Pamplona por el apoyo logístico para la ejecución del presente estudio.

### **Conflicto de interés**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### **Contribución por autor**

Enrique Quevedo García: consolidación de resultados, revisión y escritura científica; Andrés Iván Prato Sarmiento: registro y consolidación de datos, análisis estadístico e interpretación de resultados, revisión y escritura científica.

### **Referencias**

Avella, A. and J. Rangel. 2014. Oak forests types of *Quercus humboldtii* in the Guantiva - La Rusia - Iguaque corridor (Santander - Boyacá, Colombia): their conservation and sustainable use. Colombia Forestal 17 (1): 100-116. Doi: 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.1.a06.

Baskin, J. and C. Baskin. 2004. Classification system for seed dormancy. *Seed Science Research* 14: 1-16. Doi: 10.1079/ssr2003150.

Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2009. Regras para análise de sementes. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Ed. MAPA. Brasília, Brasil. 365 p.

Cabello, A., N. Espinoza, S. Espinoza, A. Cabrera and R. Santelice. 2019. Effect of pre-germinative treatments on *Nothofagus glauca* seed germination and seedling growth. *New Zealand Journal of Forestry Science* 49 (3): 1-9. Doi: 10.33494/nzjfs492019x34x.

Díaz-Rojas, L., N. Galán-Bernal, D. Forero, E. L. Linares, J. C. Marín-Loaiza and C. Osorio. 2019. Characterization of odour-active volátiles and sensory analyses of roasted oak (*Quercus humboldtii* Bonpl.) acorns, a coffee substitute. *Vitae* 26 (1): 44-50. Doi: 10.17533/udea.vitae.v26n1a05.

Ghasemi, M. and M. Khosh-Khui. 2007. Effects of stratification and growth regulators on seed germination and seedling growth of *Quercus lix* L. *Journal of Plant Sciences* 2 (3): 341-346. Doi: 10.3923/jps.2007.341.346.

Gómez, M., J. Toro y E. Piedrahita. 2013. Propagación y conservación de especies arbóreas nativas. Ed. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA). Medellín, Colombia. 360 p.

Huerta-Paniagua, R. y D. Rodríguez-Trejo. 2011. Efecto del tamaño de semilla y la temperatura en la germinación de *Quercus rugosa* Née. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17 (2): 179-187. Doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.08.053.

Kaliniewicz, Z. and P. Tylek. 2018. Influence of scarification on the germination capacity of acorns harvested from uneven-aged stands of pedunculate oak (*Quercus robur* L.). *Forests* 9 (3):100. Doi: 10.3390/f9030100.

Liu, Y., L. Hou and Q. Li. 2015. Effects of different mechanical treatments on *Quercus variabilis*, *Q. utaishanica* and *Q. robur* acorn germination. *IForest* 8: 728-734. Doi: 10.3832/ifor1423-008.

Moreno, D. y S. Cuartas. 2015. Sobrevivencia y crecimiento de plántulas de tres especies arbóreas en áreas de bosque montano Andino degradadas por ganadería en Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 20 (2): 85-100. Doi: 10.15446/abc.v20n2.46057.

Ordoñez, A., R. Macuacé y O. Ospina. 2017. Análisis de las fuerzas del mercado dendroenergético en la vereda cajete del municipio de Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 15 (1): 116-122. Doi: 10.18684/bsaa (15)116-122.

Ranal, M. and G. Santana. 2006. How and why to measure the germination process? *Revista Brasileira de Botânica* 29 (1): 1-11. Doi: 10.1590/s0100-84042006000100002.

R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/> (22 de septiembre de 2018).

Rodríguez-Trejo, D. y M. Pompa-García. 2016. Tamaño, color de nuez y sombra afectan la germinación de *Quercus deserticola*. *Madera y Bosques* 22 (2): 67-75. Doi: 10.21829/myb.2016.2221325.

Xia, X., M. Daws, F. Hay, W. Chen, A. Zhou and H. Pritchard. 2012. A comparative study of desiccation responses of seeds of Asian Evergreen Oaks, *Quercus* subgenus *Cyclobalanopsis* and *Quercus* subgenus *Quercus*. *South African Journal of Botany* 78: 47-54. Doi: 10.1016/j.sajb.2011.05.001.



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales** –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional)*, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.